COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 JANVIER 1876.

PRÉSIDENCE DE M. LE VICE-AMIRAL PÂRIS.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Critique expérimentale sur la formation de la matière sucrée dans les animaux* (suite); par M. Cl. Bernard.

« Ce n'est qu'après tous ces essais et toutes ces études préliminaires que je conçus l'idée de faire l'*expérience du foie lavé*. Puisque le foie continuait à former du sucre après son extraction du corps et après la cessation de toute circulation sanguine, il paraissait évident que la substance qui donnait naissance à la matière sucrée ne se trouvait pas dans le sang, mais bien dans le tissu hépatique lui-même. Toutefois, comme il reste toujours dans le tissu du foie, qui est très-vasculaire, une certaine quantité de sang, il fallait l'en débarrasser complétement par le lavage. Je séparai donc du corps le foie d'un chien bien nourri et sacrifié en pleine digestion; j'introduisis un tube dans le tronc de la veine-porte au moment où elle pénètre dans le sillon hépatique, et j'y adaptai le robinet de la fontaine de mon laboratoire. Sous l'influence de ce vigoureux courant d'eau, le tissu du foie fut bientôt lavé. L'eau qui sortait par les ouvertures béantes des veines sus-hépatiques était d'abord rougeâtre, mêlée de sang, contenant du sucre et de l'albumine; mais bientôt le tissu hépatique devint décoloré, l'eau

était claire, limpide, et ne contenait plus ni sucre ni albumine. Au bout de dix à quinze minutes, je cessai le lavage, et, en examinant aussitôt un fragment du foie lavé, je constatai que son tissu infiltré d'eau ne renfermait pas trace de sucre; le liquide qui résultait de sa décoction ne donnait aucune réduction avec les sels de cuivre dissous dans la potasse et ne fermentait pas avec la levûre de bière. J'abandonnai ensuite à lui-même le reste du foie à la température ambiante du laboratoire par un jour d'été. Après un quart d'heure, le tissu hépatique contenait déjà très-manifestement de la matière sucrée; mais, après trois quarts d'heure, il en renfermait une telle proportion, que le liquide exprimé du tissu hépatique, soumis à la coction, donna de 2 à 3 pour 100 de sucre à l'analyse. Par plusieurs injections d'eau successives, j'enlevai le sucre formé, et ce n'est qu'après le troisième lavage que la propriété saccharifiante du tissu hépatique disparut complétement.

» Telle est, dans toute sa simplicité, l'*expérience du foie lavé*, que je fis connaître à l'Académie dans sa séance du 24 septembre 1855 (1). J'ai dit que cette expérience a commencé une nouvelle phase dans la question de la glycogénie animale; en effet, je la considère comme la plus importante au point de vue de la théorie glycogénésique. Cette expérience nous prouve trois choses : 1° que le sucre se forme dans le foie sans l'intervention directe du sang; 2° qu'il dérive d'une matière fixée dans le tissu hépatique; 3° que cette production sucrée s'opère dans le foie séparé du corps par une véritable fermentation, car le froid la ralentit ou l'arrête; une douce chaleur l'accélère, l'ébullition l'éteint et la détruit définitivement.

» C'était donc sur cette matière fixée dans le foie, donnant naissance à la fermentation sucrée, qu'il fallait maintenant concentrer toutes les recherches. Je fus d'abord entraîné, je dois le dire, en vertu des idées régnantes, à rechercher dans le tissu hépatique une substance glycoside pouvant par son dédoublement donner naissance à du sucre. Ce n'est qu'ensuite que j'ai séparé la matière que j'ai appelée *glycogène*, véritable amidon animal, que M. E. Pelouze transforma en xyloïdine sous l'influence de l'acide azotique fumant et à laquelle il assigna la formule $C^{12}H^{12}O^{12}$ (2).

» J'ai fait connaître les propriétés et les caractères de cette matière glycogène dans une seconde Communication, sur le mécanisme de la formation du sucre dans le foie, faite à l'Académie dans sa séance du 23 mars 1857 (3).

---

(1) *Comptes rendus*, t. XLI, p. 461.

(2) *Comptes rendus*, t. XLIV, p. 1321, séance du 29 juin 1857.

(3) Dans beaucoup d'ouvrages de Physiologie et de Chimie physiologique, on attribue

» Tous les résultats nouveaux que je viens de signaler relativement à l'expérience du foie lavé et à l'isolément de la matière glycogène (1) infirmaient non-seulement les hypothèses de Lehmann, Frerichs et Schmidt, mais ils venaient, en outre, modifier profondément et corriger les interprétations des faits antérieurement observés. On savait maintenant que, pour doser exactement la quantité de sucre renfermée dans le foie d'un animal vivant, il fallait en quelque sorte saisir l'organe à sa sortie du corps sans attendre qu'il y ait eu accumulation du sucre dans son tissu. Or, comme j'avais fait des dosages de sucre dans le sang et dans le foie avant de connaître la glycogénèse *post mortem*, que j'ai découverte plus tard, il est clair, dis-je, que ces premiers dosages devaient donner des chiffres trop forts. C'est pourquoi j'ai eu bien soin de dire en terminant mon premier Mémoire sur le foie lavé : « tous les dosages que l'on a faits du sucre dans le foie » doivent être revérifiés d'après la connaissance de ces nouveaux » faits (2) ».

» La question glycogénique avait donc changé de face, son vrai mécanisme était connu; ce mécanisme était semblable chez les animaux et chez les végétaux. Dans les deux cas, la glycose provenait d'une matière amylacée qui le précédait, et, de même que le sucre peut se former dans un fruit ou dans un tubercule séparé de la plante, de même le sucre se formait dans le foie des animaux, après avoir été séparé du corps.

» III. C'est précisément à propos de ce dernier fait que l'on vit surgir des objections d'un ordre nouveau. Certaines idées vitalistes et médicales

---

à Hensen en même temps qu'à moi la découverte de la matière glycogène. Voici ce qui a pu donner lieu à cette confusion; après la publication de mon expérience sur le foie lavé, un grand nombre de physiologistes la répétèrent. Hensen, aujourd'hui professeur à Kiel, était alors étudiant à Wurzbourg; à la sollicitation du professeur Scherer il répéta mon expérience et en confirma tous les résultats. Il vit, en outre, qu'en ajoutant de la salive et de l'infusion pancréatique au foie lavé bouilli, on y faisait apparaître le sucre (*a*), mais il n'a jamais isolé ni montré la matière glycogène. Dans la Note insérée dans les archives de Virchow, Hensen ne réclame pas la découverte; il dit qu'il était sur la voie et qu'il y serait arrivé si je n'y étais parvenu moi-même. D'ailleurs, en supposant même que Hensen eût découvert et isolé de son côté la matière glycogène, il est très-clair que la découverte était déjà contenue implicitement dans l'expérience du foie lavé.

(1) *Comptes rendus*, t. XLIV, p. 578.

(2) *Comptes rendus*, t. XLI, p. 469.

(*a*) *Ueber die Zückerbildung der Leber* : *in Wurzb. Verhandl.*, Bd VII, s., 219. — *Virchow's Archiv*, elfter Band.

vinrent obscurcir les expériences. Quoi, me disait-on, vous admettez une fonction qui continue après la mort, comme si la mort n'arrêtait pas toutes les fonctions qui s'accomplissent pendant la vie! On ne remarquait pas qu'il ne s'agit pas là d'une fonction, mais seulement d'une propriété. L'ouvrage qui, en développant ces idées, eut alors le plus de retentissement, fut celui d'un médecin physiologiste anglais, M. le Dr Pavy, de Londres (1). M. Pavy avait travaillé dans mon laboratoire et partagé d'abord toutes mes opinions sur la glycogénie; mais l'expérience du lavage du foie, montrant que cet organe a la propriété de faire du sucre après la mort, lui avait paru être la négation de cette propriété pendant la vie; comme si la continuation de la contractilité musculaire, de l'excitabilité nerveuse, de la faculté digestive des sucs gastriques et intestinaux, etc., après la mort, pouvait être la négation de ces mêmes propriétés pendant la vie!

» La conséquence logique de ces idées était que les végétaux aussi devaient faire le sucre sous l'empire de la mort; cependant aucun physiologiste, je pense, n'aurait osé émettre une semblable opinion. Mais, quoi qu'il en soit de la théorie, voici la conclusion qui en résulta relativement à la question qui nous occupe. Lorsque l'expérimentation m'eut révélé les faits nouveaux obtenus par le lavage du foie, j'avais fait remarquer qu'il fallait diminuer les chiffres de mes anciens dosages et réduire la quantité de sucre pendant la vie; M. Pavy alla plus loin; il dit : il faut la supprimer; *le sucre n'existe pas pendant la vie, sa formation est un phénomène cadavérique* (2).

» Mais, pour soutenir cette théorie, il aurait fallu prouver deux choses : 1° qu'il n'y a pas de sucre dans le sang à l'état normal; 2° qu'il n'y a pas non plus de sucre dans le foie chez l'homme ou chez un animal plein de vie et de santé. Or, nous le verrons, ces opinions sont insoutenables; le sucre est un élément constitutif anormal du sang, aujourd'hui personne ne peut le nier. Quant au foie, M. Pavy a prétendu, il est vrai, établir expérimentalement qu'il est dépourvu de matière sucrée chez l'animal vivant. On a protesté (3) et j'ai protesté moi-même contre l'exactitude de cette expérience (4). Cependant la critique expérimentale est aujourd'hui si peu fixée que tout récemment encore un physiologiste italien, le professeur Lussana (5),

---

(1) *Researches on the Nature and Treatment of Diabetes*. Londres, 1862.

(2) Voir Pavy, *loc. cit.*

(3) Voir Dalton : *Sugar formation in the Liver*. New-York, 1871.

(4) Voir *Diabète* (*Revue scientifique*, 1873).

(5) *Central blatt*, n° 34, 1875.

est venu soutenir les idées de M. Pavy et nier la fonction glycogénique du foie pendant la vie.

» La vraie méthode scientifique nous apprend que la contradiction expérimentale n'existe pas. Quand on la rencontre, on peut affirmer qu'elle est toujours le résultat, ou de notre ignorance, ou d'un vice de méthode ou de l'imperfection de nos moyens d'investigation. C'est ce qu'il me sera facile de démontrer dans la révision critique que je me propose de faire des expériences contradictoires et des diverses objections dont je me borne, pour le moment, à donner un aperçu général.

» IV. D'autres objections, mais plus indirectes, ont encore été faites à la fonction glycogénique du foie. Après avoir découvert la matière glycogène dans le foie de l'animal adulte, je l'avais recherchée dans le fœtus dont le sang, ainsi que divers autres liquides organiques, est également sucré. Je trouvai en effet de la matière glycogène dans le fœtus, dans les muscles, dans les épithéliums, dans le placenta chez les rongeurs, dans les plaques de l'amnios chez les ruminants, dans le sac vitellin chez les oiseaux etc. (1). Or, à cette époque de la vie, le foie ne renferme pas encore de matière glycogène, et, comme je voyais ensuite cette matière diminuer et même disparaître dans les appareils fœtaux transitoires à mesure que le moment de la naissance approchait et que le foie lui-même débutait dans la fonction glycogénique, j'en avais induit que, chez le fœtus, la matière glycogène semble être une condition de développement de certains tissus, et que la fonction glycogénique est alors diffuse au lieu d'être localisée dans le foie comme cela se voit chez l'animal adulte. J'avais corroboré ces vues par d'autres observations faites sur des animaux inférieurs, sur certains mollusques, sur des larves d'insecte chez lesquels la matière glycogène se rencontre en très-grande quantité à l'état de diffusion dans les tissus, au lieu d'être concentrée dans un point spécial du corps (2). Plus tard on trouva et je trouvai moi-même que la matière glycogène que j'avais constatée dans les muscles du fœtus peut aussi exister dans les muscles de l'adulte. De tous ces faits on inféra que la fonction glycogénique n'est pas limitée au foie, mais qu'elle appartient à beaucoup de tissus, sinon à tous; qu'il fallait, en un mot, admettre une *glycogénie générale* au lieu d'une simple *glycogénie hépatique*.

» C'est ainsi que la confusion s'est introduite dans la question de la fonction glycogénique des animaux, question qui est devenue aujourd'hui un

---

(1) *Comptes rendus*, t. XLVIII; 1859.

(2) *Comptes rendus de la Société de Biologie*, 3e série, t. I, p. 53; mai 1859.

véritable chaos, sur lequel les traités généraux de Physiologie chercheraient en vain à répandre une lumière conciliatrice. On a confondu l'explication du phénomène physiologique avec sa localisation.

» Toutefois, de cette confusion apparente des idées nous pouvons dégager une conclusion très-claire : on peut discuter encore sur la question secondaire de la localisation de la propriété glycogénique chez les animaux à l'état embryonnaire et à l'état adulte, ainsi que sur le rôle final de la matière glycogène dans l'organisme. Nous verrons plus tard ce qu'il faut en penser; mais on ne discute plus la propriété glycogénésique en elle-même. La formation des matières amylacées et sucrées par les animaux est un fait acquis à la Science. On voit le glycogène se former dans les cellules animales aussi clairement que l'amidon dans les cellules végétales; on extrait cette matière glycogène, on en constate sa composition chimique, ainsi que tous ses autres caractères, qui sont les mêmes que ceux de l'amidon végétal. Ce sont donc là des formations communes aux animaux et aux végétaux, et, sous ce rapport, il faut reconnaître entre les deux règnes un caractère d'unité vitale et fonctionnelle.

» C'est ce point de départ qui, bien établi, doit servir aujourd'hui de base à tous les travaux relatifs à la fonction glycogénique des animaux. Depuis vingt-sept ans, cette question a été, dans tous les pays, l'objet de recherches innombrables, qui ne tarissent pas. Chaque année, on voit paraître, en Physiologie, des Mémoires importants sur la glycogénie en général, et en particulier sur la question de genèse des matières amylacées ou saccharoïdes, question qui se lie d'une manière si étroite aux phénomènes intimes de la nutrition, mais qui est encore entourée d'une grande obscurité, dans les plantes comme dans les animaux.

» Le temps me paraît venu d'aborder la solution de ce grand problème de Physiologie générale, et c'est afin de saisir, d'une manière plus nette, la nature de la question que nous voulons rappeler, d'abord en les résumant dans leur démonstration la plus simple et la plus rigoureuse, les principales expériences sur lesquelles sont fondées les preuves de la glycogénie animale.

» J'ai dit qu'il faut aujourd'hui établir en Physiologie une discipline méthodique et une bonne critique expérimentale. Dans toutes les sciences, les faits bien observés restent immuables; mais, quand la Science est aussi complexe et aussi peu avancée que la Physiologie, les théories se modifient et doivent se modifier, à mesure que nous acquérons des faits nouveaux et que nous nous instruisons davantage. Nous ne procédons pas systémati-

quement, et notre critique expérimentale ne saurait avoir ici pour objet de défendre ou de combattre un système ou des vues *a priori* quelconque; nous chercherons, au contraire, à faire dégager la théorie, successivement et comme d'elle-même, de l'interprétation des faits. Le savant est le secrétaire de la nature; ce n'est pas lui qui dicte les lois des phénomènes, il doit se borner à les étudier, à les inscrire en cherchant à les comprendre de son mieux.

» Tels sont les principes qui nous guideront dans l'étude critique que nous allons entreprendre. J'ai pensé qu'il était utile, pour éclairer le plan que nous suivrons, de le faire précéder de l'aperçu général qu'on vient d'entendre. Maintenant je vais reprendre à part chaque question spéciale, telles que la formation du sucre dans le sang, la formation de la matière glycogène dans le foie et dans les autres régions de l'économie, etc.; afin de fixer rigoureusement, pour chacun de ces phénomènes, les conditions organiques qui sont, en Physiologie, la base nécessaire de toute critique expérimentale. Dans ma prochaine Communication, si l'Académie veut bien le permettre, je l'entretiendrai de la question de la formation du sucre dans le sang. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la trombe de Hallsberg (avec des conclusions générales).* Note de M. FAYE.

« J'ai présenté successivement à l'Académie, sur les trombes observées en France, un certain nombre d'enquêtes officielles dues à des physiciens ou à des ingénieurs d'une compétence irrécusable. Toutes ces enquêtes, faites sans parti pris, sont en contradiction avec les théories de certains météorologistes et prouvent la vérité de celle que j'ai proposée. Je crois donc que la lumière s'est faite sur cette question, du moins pour les personnes qui ne cherchent pas leurs éléments de conviction ailleurs que dans les faits de la cause.

» Tout récemment M. H.-Hildebrand Hildebrandsson a présenté à la Société royale des Sciences d'Upsal une enquête analogue sur une trombe qui vient de ravager une grande étendue de terrain près de Hallsberg, dans la province de Nerike (1), et il en a tiré, devant cette illustre Société, des conclusions diamétralement opposées aux nôtres; mais il sera facile

(1) *Sur la trombe près de Hallsberg, le* 18 *août* 1875, par H.-Hildebrand Hildebrandsson, présenté à la Société royale des Sciences d'Upsal, le 6 novembre 1875. Upsal, 1875.

de faire voir que les faits si bien recueillis et si consciencieusement exposés par l'auteur ont une tout autre portée. M. Hildebrandsson les aurait appréciés lui-même autrement si ses idées n'étaient en réalité déterminées par ses travaux antérieurs sur la marche des cirrhus, et non par l'étude directe des phénomènes qu'il s'agit d'expliquer.

» Le savant auteur croit, en effet, avoir démontré par ses observations, d'ailleurs fort importantes, qu'un minimum barométrique doit nécessairement être le siége d'un courant ascendant qui s'élèvera jusqu'aux limites de l'atmosphère observable, c'est-à-dire jusqu'à la région des cirrhus, et que l'inverse doit avoir lieu pour un maximum. Dès lors tout mouvement tournant où l'on aura noté une diminution de pression est, pour lui, une trombe ascendante. Il ne nie pas qu'il n'y ait parfois des trombes descendantes où l'aspiration ne joue aucun rôle; mais alors la pression barométrique devra croître vers le centre de cette trombe. C'est évidemment avec cette idée préconçue que M. Hildebrandsson a interprété les faits recueillis sur la trombe de Hallsberg, et voici ce qui est arrivé. Laissant de côté les faits les plus significatifs qui ne répondent pas à l'idée préconçue, il s'est attaché à un détail qui lui a paru indiquer une diminution de pression barométrique, et alors, sûr de son fait, il a prononcé, en vertu du principe précédemment posé et en dépit des faits eux-mêmes, que la trombe de Hallsberg était ascendante.

» Il y a évidemment dans cette manière de raisonner un défaut : c'est de faire intervenir dans l'examen des faits un principe qui leur est étranger et qui peut lui-même être erroné. J'ai déjà eu occasion de faire voir que le théorème météorologique de M. Hildebrandsson ne résulte pas nécessairement de ses belles observations des cirrhus (1); sans revenir sur cette discussion, il est facile de voir que, à s'en tenir aux faits recueillis par l'auteur lui-même sur la trombe de Hallsberg, cette trombe a eu les mêmes caractères, les mêmes allures que dans les autres pays où ces phénomènes sont moins rares. Il en résulte, en effet, que le mouvement de rotation avait le même sens et la même énergie; que le mouvement de translation avait la

(1) Il y a deux points à considérer dans le premier Mémoire de M. Hildebrandsson : 1° la constatation du mouvement gyratoire des cirrhus au-dessus d'un minimum de pression barométrique. Ce point-là, qui est très-important, me semble effectivement établi par les cartes de l'auteur; 2° ce mouvement gyratoire est divergent au-dessus des minima, et convergent au-dessus des maxima; c'est ce second point qui ne me paraît nullement démontré par les susdites cartes, et c'est de là que M. Hildebrandsson conclut que les trombes et cyclones sont ascendants.

même vitesse et la même indépendance par rapport à l'atmosphère inférieure; enfin que les effets mécaniques ont été absolument les mêmes.

» Mais ce qui caractérise cette trombe et ce qui donne une grande portée à l'enquête de M. Hildebrandsson, c'est qu'on a vu descendre cette trombe, que l'auteur veut faire ascendante; c'est que sa descente rapide a eu un témoin oculaire placé tout près, témoin dont la déclaration ne laisse place à aucun doute :

« Le propriétaire de Wissberga Utgård, M. Lars Anderson, raconte qu'il était avec un valet dans la forêt au moment de la catastrophe, tout près (1) du lieu où avait commencé la dévastation. Le temps était variable, disait-il, tout le matin et il pleuvait par intervalles. Quelques moments après une averse très-forte, *une masse de nuages venant du sud s'abaissait subitement au-dessus de leur tête*. Il crie avec effroi au valet de prendre garde. Dans le même instant l'éclair tombe sur un sapin à 130 mètres d'eux; on entend un fracas assourdissant, et tous les arbres, jusqu'à la limite du bois, sont renversés en un moment. »

» Ainsi, tout au rebours des conclusions de M. Hildebrandsson qui déclare la trombe ascendante, on la voit *descendre* et commencer son œuvre de destruction dès qu'elle atteint le sol, possédant déjà la plénitude de sa rotation violente et de son rapide mouvement de translation vers le nord-nord-est. La trombe était donc toute formée dans les hautes régions de l'atmosphère; elle y voyageait en tournant sur elle-même, sans toucher la terre, lorsque son mouvement descendant en a fait porter l'extrémité sur le sol. Masquée sans doute jusqu'alors aux yeux de M. Lars Anderson par les arbres de la forêt (en plaine les spectateurs la voyaient bien tout entière sur la forêt et s'enfuirent à son approche), elle est devenue subitement visible pour lui lorsqu'elle a passé sur sa tête du sud-sud-ouest au nord-nord-est, et qu'elle a pénétré en descendant tout près de lui au milieu des arbres qu'elle s'est mise aussitôt à faucher.

» On a vu bien souvent des trombes voyager ainsi dans les airs sans avoir acquis tout leur développement vertical; puis, par leur mouvement descendant, s'allonger en un long tuyau conique qui finit par atteindre le sol; mais jamais cette descente rapide, fait fort commun qui semble être ignoré de mes savants adversaires, ne s'était opérée si près d'un spectateur et dans des circonstances si frappantes. Cependant M. Hildebrandsson, qui a recueilli ce témoignage où l'on ne saurait soupçonner aucune cause d'illusion, ne lui accorde pas la moindre attention. Préoccupé, comme je le disais

(1) A 130 mètres du centre et à une vingtaine de mètres seulement du bord de la trombe, d'après le plan de M. Hildebrandsson.

tout à l'heure, du mouvement ascendant de l'air qui doit nécessairement, d'après sa théorie, se produire dans les minima barométriques, il le laisse de côté pour rechercher quelque indice de diminution de pression et croit l'avoir trouvé dans l'orientation des arbres fauchés par la trombe.

» Celle-ci a pratiqué en un moment, dans la forêt de Hallsberg, une trouée de 150 mètres de largeur, qui va, de l'endroit où M. Lars Anderson l'a vue descendre, jusqu'à la lisière même de la forêt; à partir de cette lisière, la trombe a continué son chemin en rase campagne, ne rencontrant plus que des maisons qu'elle a détruites, ou des champs de blé qu'elle a couchés comme si l'on y avait fait passer un pesant rouleau. M. Hildebrandsson a remarqué que, sur le bord de la trouée pratiquée dans la forêt, les arbres étaient tous couchés obliquement au parcours de la trombe et dirigés vers la ligne centrale. Si le mouvement de l'air avait été descendant, dit-il à peu près, ainsi que M. Faye s'efforce de l'établir malgré l'opinion de presque tous les météorologistes, ces arbres seraient tombés en dehors et non en dedans de la tranchée. Il résulte donc de ces faits que la pression s'exerçait de dehors en dedans; il devait y avoir à l'intérieur un minimum de pression barométrique; donc la trombe devait être ascendante en vertu du théorème précité.

» Avec ce raisonnement-là, il est tout simple que M. Hildebrandsson n'ait point fait attention au témoignage de M. Lars, qui a vu la trombe *descendre;* mais, si l'on considère le mode d'action mécanique de cet étrange phénomène pénétrant, comme un outil tournant, dans une épaisse forêt et détruisant tout entre deux hautes bordures parallèles d'arbres restés debout, on ne s'étonnera pas que sur plus de mille arbres arrachés ou cassés, ceux des bords soient tombés en dedans, car les parois verticales de la tranchée formaient un obstacle bien capable de limiter les angles de chute. Ces arbres devaient forcément, après avoir été tordus, arrachés ou cassés, retomber dans la tranchée, la cime plus ou moins dirigée vers la région centrale. Il aurait été curieux d'examiner l'orientation des débris dans une région plus libre, c'est-à-dire moins près des bords intacts de la tranchée; il y avait là, en effet, plus de neuf cents arbres couchés par terre dont l'auteur ne parle pas (1), sans doute parce qu'ils n'offraient plus la même régularité et qu'ils gisaient, comme dans la forêt de Chalon, dans toutes les directions.

---

(1) Il ne cite qu'une quinzaine d'arbres couchés sur la ligne centrale, dans le sens de la marche de la trombe.

» Dès qu'on néglige les faits les plus saillants et qu'on admet, avec M. Hildebrandsson, que les arbres ont été véritablement aspirés par la trombe, la théorie de MM. Espy et Reye donne l'explication suivante du phénomène, et c'est à elle que se réfère l'auteur. Les couches d'air inférieures, en contact avec le sol, étant devenues, ce jour-là, spécifiquement plus légères que les couches supérieures, cette interversion des densités ordinaires aurait fait naître un état d'équilibre instable susceptible de se rompre çà ou là par le moindre accident. La rupture imminente aurait eu lieu dans la forêt, près de M. Lars Anderson. Dès lors, l'air inférieur se serait élevé là comme par une sorte d'orifice, appelant à lui l'air de la couche inférieure qui se serait précipité à son tour vers cette sorte d'orifice comme vers une cheminée en plein tirage avec une vitesse croissante, et finalement avec une violence telle que tous les arbres auraient été arrachés et aspirés par le courant. Ce même air, en s'élevant verticalement en colonne évasée, en se dilatant dans les régions supérieures, aurait abandonné son humidité dont la condensation aurait donné lieu à cette énorme gaîne nuageuse en forme d'entonnoir qu'on remarque dans toutes les trombes. Enfin cette colonne ascendante ne serait pas restée en place, mais, sous l'influence de quelque inégalité de pression latérale, elle se serait mise aussitôt en marche avec une rapidité extrême du côté de la moindre résistance.

» Telle est, dit M. Hildebrandsson, l'opinion de la plupart des météorologistes (1). Cela pouvait être vrai il y a deux ans, mais les choses ont bien changé depuis : on a fait voir que cette opinion est contredite par tous les faits, qu'elle suppose à chaque pas des impossibilités choquantes; et aujourd'hui M. Hildebrandsson trouvera, je crois, bien peu de physiciens qui soient disposés à accueillir de pareilles théories. Quoi qu'il en soit, je m'empresse d'enregistrer son excellente enquête sur la trombe récente de Hallsberg comme un témoignage de plus à l'appui des idées que j'ai eu l'honneur d'exposer à l'Académie.

» Considérant la masse de faits que j'ai consultés, faits dans lesquels je n'ai rien trouvé qui ne fût d'accord avec mes conclusions, je crois devoir résumer ici lesdites conclusions éparses dans des Mémoires détachés et éprouvées par tant de controverses.

» 1° Les mouvements gyratoires à axe vertical se produisent dans l'at-

(1) Elle est conforme aussi à l'antique préjugé populaire qui, en Suède comme partout ailleurs, attribue aux trombes le pouvoir d'aspirer l'eau de la mer, témoin le nom suédois du phénomène : *Skydrag*, *nuage attirant ou aspirant*.

mosphère aux dépens des inégalités de vitesse des grands courants horizontaux. C'est un phénomène général, semblable mécaniquement aux tourbillons de nos cours d'eau. Comme eux, ils sont toujours descendants. Leur fonction mécanique est d'épuiser sur le sol résistant la force vive qu'ils recueillent; ils suivent le fil du courant supérieur avec la vitesse uniformisée et réduite de celui-ci.

» 2° Les mouvements tourbillonnaires à axe non vertical ne sont pas persistants et de forme géométrique comme les premiers; ils tendent à se détruire à mesure qu'ils se forment et prennent ainsi l'allure de mouvements tumultueux.

» 3° Les mouvements gyratoires à axe vertical, connus sous les noms de *trombes*, de *tornados* et de *cyclones*, sont de même nature et ne diffèrent essentiellement que par leurs dimensions, leur durée et l'étendue de leur parcours.

» 4° Leur étude nous fait connaître la marche des courants supérieurs de l'atmosphère qu'ils tracent en quelque sorte sur le sol, en se propageant avec leur vitesse et leur direction au sein des couches inférieures, bien que celles-ci soient immobiles ou animées de mouvements tout à fait différents.

» 5° C'est par eux seuls que les couches supérieures sont mises momentanément en rapport électrique avec les inférieures. Ils constituent en outre un organe essentiel de la circulation aérienne de l'eau dans sa partie descendante. Au sein des mouvements tournants et dans la vaste ouverture de leur entonnoir, les cirrhus entraînés descendent et donnent naissance, dans les couches moins élevées, aux grands phénomènes de la pluie, des orages et de la grêle.

» 6° Les lois des cyclones promulguées par Reid, Redfield et Piddington, lois bien connues, dont les navigateurs ont tiré d'utiles règles de manœuvre, reçoivent ainsi leur explication et le complément dont elles avaient besoin. C'est à tort que certains météorologistes ont cherché à leur substituer leurs idées favorites de tempêtes centripètes. Ces idées, nées d'un antique préjugé populaire (1), ont longtemps entravé les progrès de la Science. On devrait cesser de donner crédit auprès de nos marins à ces théories sans fondement qui jettent le trouble et l'indécision dans leur esprit, et compromettent de la manière la plus grave la sécurité de la navigation.

---

(1) Voir, à ce sujet, dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1875, la *Défense de la loi des tempêtes* et l'article intitulé : *Histoire d'un préjugé nautique*.

» 7° Ces mouvements tournants à axe vertical ne sont pas particuliers à l'atmosphère de notre globe; ils jouent un grand rôle sur d'autres astres; on les retrouve sur le Soleil, et ils y opèrent sur la plus grande échelle. Le rôle considérable qu'ils y jouent est dû à la rotation toute spéciale de cet astre; il explique les principaux phénomènes de sa surface; mais, leur nature mécanique étant absolument la même que sur notre globe, l'étude des mouvements gyratoires du Soleil peut servir, tout aussi bien et parfois même beaucoup mieux que l'étude des mouvements gyratoires de notre atmosphère, à l'avancement de la Mécanique des fluides et de la Météorologie. »

THERMOCHIMIE. — *Action de l'acide sulfurique fumant sur les carbures d'hydrogène* (1); par M. BERTHELOT.

« 1. La réaction de l'acide sulfurique sur les composés organiques donne naissance à cinq phénomènes principaux, savoir : la combinaison de cet acide avec la matière organique; la déshydratation, ou l'hydratation (consécutive) de la matière organique; sa condensation polymérique; enfin sa destruction profonde, avec dégagement d'acide sulfureux. Sans m'arrêter au dernier effet, qui se complique en général des quatre autres, je vais examiner les dégagements de chaleur qui répondent à l'accomplissement de ceux-ci : la transformation des carbures d'hydrogène en alcools se rattache au même ordre d'expériences.

» 2. L'union des carbures d'hydrogène avec l'acide sulfurique peut donner naissance, soit à des composés stables, que l'eau et les dissolutions alcalines ne décomposent pas, ce qui a lieu spécialement avec l'acide sulfurique anhydre ou fumant; soit à des composés éthérés, que l'eau et les alcalis résolvent en acide sulfurique hydraté (ou en sulfates) et en hydrates des carbures primitifs (alcools). Examinons ces deux cas séparément.

» 3. J'ai opéré avec une dissolution d'acide sulfurique anhydre dans l'acide monohydraté, dissolution préparée exprès en condensant le produit de la distillation de l'acide de Nordhausen dans l'acide hydraté pur obtenu par distillation. Le liquide répondait à la composition suivante :

$SO^4H + 0,235\,SO^3$. 1^{gr} de ce liquide mêlé avec 80 parties d'eau à 17°, dégage $+ 220^{cal},3$.

L'acide hydraté renfermait 98 pour 100 d'acide réel, SO^4H. 1 gramme de ce liquide mêlé avec 70 parties d'eau à 17 degrés a dégagé $+ 166^{cal},8$.

(1) Dans mon dernier Mémoire, page 121, la chaleur de vaporisation de l'acide acétique a été donnée 9,1 au lieu de 6,1, par suite d'une faute d'impression.

» Ce dernier chiffre a été trouvé identique avec un acide récemment distillé et bouilli depuis vingt-quatre heures, et avec le même acide conservé pendant un mois : ce qui prouve que la constitution de l'acide monohydraté ne change pas avec le temps. Cette vérification était utile dans des expériences qui ont duré cinq semaines.

» 4. J'ai fait agir l'acide sulfurique fumant, tel que je viens de le définir, sur trois carbures d'hydrogène, la benzine, le toluène et l'éthylène.

» 5. *Benzine.* — Définissons d'abord la réaction chimique. La benzine pure et l'acide sulfurique monohydraté n'exercent aucune réaction appréciable, au moins dans la courte durée d'une expérience calorimétrique. La benzine, au contraire, se dissout aisément et à froid dans l'acide sulfurique fumant, avec le concours d'une agitation convenable. Trois produits prennent naissance, à dose variable, suivant les conditions :

» 1° *L'acide benzino-sulfurique* ordinaire, $C^{12}H^6S^2O^6$, qui est le produit principal à froid, lorsque l'acide fumant n'est pas en trop grand excès. Il se produit à l'état de dissolution plus ou moins étendue, suivant la proportion d'acide fumant employé, ce qui fait varier la chaleur dégagée.

» 2° L'acide *benzinodisulfurique*, $C^{12}H^6.2S^2O^6$, se produit surtout quand l'acide fumant est en grand excès; mais il s'en forme quelque dose dans toutes les conditions, comme on peut le vérifier, en se fondant sur cette propriété que son sel de baryte est presque insoluble dans l'eau, mais soluble dans l'acide nitrique étendu. Cependant, quand l'acide fumant n'est pas en grand excès, la dose d'acide benzinodisulfurique est négligeable.

» 3° Le *benzinosulfuride*, $C^{12}H^4(C^{12}H^6S^2O^4)$, se produit également dans toutes les conditions, mais à dose variable, comme on peut le vérifier en étendant d'eau la solution sulfurique de la benzine. Quand l'acide anhydre est en excès sensible, en même temps qu'une proportion notable d'acide monohydraté, la quantité de benzinosulfuride est très-faible et négligeable : ce qui s'explique par cette circonstance que le benzinosulfuride se dissout dans le dernier acide avec dégagement de chaleur très-marqué, et transformation lente en acide benzinosulfurique.

» On obtient le benzinosulfuride en grande quantité surtout lorsqu'on agite un excès de benzine à froid avec l'acide fumant. La proportion s'en est élevée dans mes essais jusqu'au tiers de la benzine transformée en combinaisons sulfuriques. Le composé neutre se retrouve : en partie dissous dans la liqueur sulfurique, dont on peut le précipiter par l'eau ; en partie dans la benzine, dont on peut l'isoler par évaporation spontanée.

» Quelles que soient les proportions relatives employées pour la réaction,

la quantité d'acide sulfurique combiné à froid, dans une expérience de courte durée, ne surpasse pas la quantité qui répond à l'acide sulfurique anhydre contenu dans l'acide fumant. On peut la doser aisément par la comparaison de deux essais acidimétriques, faits l'un sur un poids connu de l'acide primitif, l'autre sur un poids connu du même acide après réaction sur la benzine. Si l'on emploie un excès de benzine, tout l'acide anhydre disparaît aussitôt dans la réaction.

» 6. Ces faits étant reconnus, j'ai procédé aux expériences calorimétriques. La marche adoptée était la suivante. Dans un tube de verre, mince, un peu large et bouché, on introduit un poids connu d'acide sulfurique fumant, soit $6^{gr},763$; on place le tout dans le calorimètre qui contient 500 grammes d'eau. Quand l'équilibre de température est établi, on introduit dans le tube un poids connu de benzine pure, soit $0^{gr},883$, on rebouche le tube et on l'agite vivement. La réaction s'opère; on mesure la chaleur dégagée; au bout de cinq à six minutes tout est dissous. Au bout de dix minutes, on brise le tube, de façon à tout mélanger avec les 500 grammes d'eau, en mesurant la chaleur dégagée. On place la liqueur dans un flacon, où elle s'éclaircit peu à peu, laissant déposer un précipité de benzinosulfuride, dont le poids est presque insensible. On prend la densité de la liqueur, et on en fait l'essai acidimétrique. Ce titre indique une perte d'acidité équivalente à $0^{gr},530$ d'acide anhydre, SO^3. Or la benzine employée aurait dû en prendre, d'après le calcul, 1,041, soit $0,520 \times 2$; avec perte de moitié de l'acidité, d'après la formue $C^{12}H^6 + S^2O^6$: ce qui concorde suffisamment avec le résultat obtenu. Enfin l'acide fumant employé contenait 1,100, soit $0,555 \times 2$ d'acide anhydre avant l'expérience, soit un léger excès.

» La concordance de ces trois chiffres, celle des deux premiers principalement, permet de compter sur les résultats calorimétriques.

» 7. Voici comment je calcule ces derniers : d'après le principe qu'un même système initial étant transformé de deux manières distinctes, la différence entre les quantités de chaleur développées représente la chaleur qui se dégagerait si l'on passait d'un état final à l'autre.

» Le poids d'acide fumant employé, dissous dans 500 grammes d'eau, aurait dégagé Q; en agissant d'abord sur la benzine, il a dégagé Q_1; et les produits mêlés avec 500 grammes d'eau, Q_2.

» Cette dissolution finale diffère de la précédente, parce qu'une portion de l'acide sulfurique étendu a été remplacée par de l'acide benzinosulfurique étendu; d'où il suit que la transformation de ce dernier composé en benzine et acide sulfurique étendu dégagerait : $x = Q - (Q_1 + Q_2)$.

En rapportant cette quantité à l'équivalent de la benzine, 78 grammes, je trouve ainsi la chaleur absorbée par la réaction suivante :

$$C^{12}H^6 \text{ liquide} + 2\,SO^4H \text{ étendu} = C^{12}H^6S^2O^6 \text{ étendu} + H^2O^2.$$

» La moyenne des expériences donne $-2^{Cal},6$.

» Un autre essai, dans lequel l'acide fumant pesait $12^{gr},2855$ et la benzine $2^{gr},65$ (ce qui représente un excès de benzine), a fourni une quantité de chaleur qui, rapportée au poids de l'acide disparu, donné par $2\,SO^4H$: $-2^{Cal},65$; les poids relatifs de benzinosulfuride et d'acide benzinosulfurique formés étant entre eux comme 3 est à 7, ou à peu près. Ce chiffre paraît indiquer que la formation du benzinosulfuride solide dégagerait à peu près la même quantité de chaleur que celle de l'acide benzinosulfurique dissous. Mais je n'y insiste pas. J'insiste au contraire sur cette circonstance que la formation de l'acide benzinosulfurique avec l'acide sulfurique étendu et la benzine absorberait de la chaleur : aussi n'a-t-elle pas lieu directement. Mais elle exige le concours d'une énergie supplémentaire, qui dérive de l'acide sulfurique anhydre et de l'eau.

» On a encore, d'après la chaleur de vaporisation de la benzine (7,2) donnée par M. Regnault :

$$C^{12}H^6 \text{ gaz} + 2SO^4H \text{ étendu} = C^{12}H^6S^2O^6 \text{ étendu} + H^2O^2 \text{ dégage } + 4,6,$$

et d'après mes propres expériences :

$$C^{12}H^6 \text{ liquide} + S^2O^6 \text{ solide} + \text{eau} = C^{12}H^6S^2O^6 \text{ étendu} \ldots\ldots\ldots \quad + 34,7$$

$$C^{12}H^6 \text{ gaz} + S^2O^6 \text{ solide} + \text{eau} = C^{12}H^6S^2O^6 \text{ étendu} \ldots\ldots\ldots \quad + 41,9$$

nombre voisin de

$$H^2 + S^2O^6 + \text{eau} = S^2O^4 \text{ dissous} + H^2O^2 \text{ qui dégage } + 42,7.$$

» On pourrait en conclure que l'acide benzinosulfurique est comparable à l'acide sulfureux, c'est-à-dire formé par oxydation ; si l'opinion contraire, d'après laquelle la benzine joue, vis-à-vis de l'acide sulfurique anhydre, un rôle analogue à l'eau qui le change en acide sulfurique ordinaire, n'était appuyée presque au même degré par les chiffres suivants :

$$H^2O^2 \text{ gaz} + S^2O^6 \text{ solide} = 2SO^4H \text{ étendu dégage } + 47,0.$$

» La perte d'énergie dans les trois phénomènes ne diffère pas beaucoup.

» On tire encore de là :

$$C^{12}H^6 \text{ liquide} + S^2O^4 \text{ gaz} + O^2 + \text{eau} = C^{12}H^6S^2O^6 \text{ étendu dégage } + 0,7;$$

valeur qui tend aussi à montrer que l'acide benzinosulfurique n'est pas un vrai dérivé sulfureux.

» Ces expressions mêmes, *dérivés sulfuriques* ou *sulfureux*, ne sauraient

avoir le sens formel que semblent leur attribuer les formules dites *rationnelles :* car les composants d'une combinaison ne pourraient y être supposés persistants que si le système total conservait non-seulement son poids, mais aussi ses arrangements relatifs et surtout son énergie.

» 8. Quant à l'acide benzinosulfurique séparé de l'eau, il n'est pas suffisamment connu pour devenir l'objet d'expériences thermiques.

» J'avais pensé pouvoir tourner la difficulté en me bornant à sa dissolution dans l'acide sulfurique; mais la formation de cette dissolution au moyen de la benzine dégage des quantités qui varient beaucoup avec les proportions relatives. En effet j'ai trouvé :

$C^{12}H^6$ dissous dans l'acide fumant, qui renfermait un léger excès d'acide anhydre, a dégagé.................... +22,9 et +22,6

ce qui fait, pour $C^{12}H^6$ gaz, +30,0.

1re portion de $C^{12}H^6$ + 1 proportion d'acide quadruple de la précédente	+26,6	Moyenne +21,2
2e portion de $C^{12}H^6$ ajoutée dans la liqueur..................	+15,2	
3e portion de $C^{12}H^6$..................	+24,2	
4e portion de $C^{12}H^6$..................	+18,7	

» Le poids du benzinosulfuride formé dans cette expérience a été trouvé égal à 5 pour 100 du poids de la benzine ; ce qui fait $\frac{1}{20}$ à peu près de la benzine dissoute sous cette forme.

» En employant un excès notable de benzine (ce qui a donné naissance à un tiers environ de benzinosulfuride, la chaleur calculée d'après le poids total de SO^3 neutralisé a été trouvée égale à + 18,3.

» 9. *Formation des benzinosulfates.* — Elle fournit des termes de comparaison plus précis pour les réactions.

» *Chaleur de neutralisation.* — Je dissous un poids connu de benzinosulfate de baryte pur et analysé dans 40 fois son poids d'eau ; j'en précipite la baryte par un excès d'acide sulfurique étendu ($1^{éq} = 2^{lit}$) et je ramène la liqueur à la neutralité à l'aide de 1 équivalent de soude étendue.

	Cal
$C^{12}H^6S^2O^6$ dissous dans 550 H^2O^2 + BaO ($1^{éq} = 6^{lit}$) dégage à 13 degrés	+13,7
$C^{12}H^6S^2O^6$ dissous dans 550 H^2O^2 + NaO ($1^{éq} = 2^{lit}$) »	+13,6

mêmes nombres que les acides chlorhydrique, azotique, acétique, etc.

» D'autre part, la *dissolution* des sels de soude et de baryte :

$C^{12}H^5NaS^2O^6$ anhydre + 50 fois son poids d'eau à 14 degrés.........	−0,82
$C^{12}H^5NaS^2O^6$, 4HO » » »	−3,4[illegible]
$C^{12}H^5BaS^2O^6$ anhydre » » »	+1,315
$C^{12}H^5BaS^2O^6$, 3HO » » à 13 degrés.........	−1,32

» Je tire de là :

$C^{12}H^6$ liq. + S^2O^6 solide + $NaHO^2$ = $C^{12}H^5NaS^2O^6$ + H^2O^2 solide dégage......... +60,3
$C^{12}H^6$ liq. + S^2O^6 solide + $BaHO^2$ = $C^{12}H^5BaS^2O^6$ + H^2O^2 solide dégage......... +53,5
$C^{12}H^6$ liq. + $2SO^4H$ liq. + $NaHO^2$ solide = $C^{12}H^5NaS^2O^6$ solide + $2H^2O^2$ liq. dégage. +38,5
$C^{12}H^6$ liq. + $2SO^4H$ liq. + $BaHO^2$ solide = $C^{12}H^5BaS^2O^6$ solide + $2H^2O^2$ liq. dégage. +31,8

Ces dernières valeurs sont à peu près la moitié de la chaleur développée lorsque le même acide est saturé complétement par 2 équivalents des mêmes bases : soit 66,7 et 64,4 pour $2SO^4H$ liquide.

» 10. *Toluène.* — J'ai exécuté quelques expériences analogues sur le toluène. J'ai trouvé, tout calcul fait (en opérant avec l'acide fumant),

Cal
$C^{14}H^8$ liquide + $2SO^4H$ étendu = $C^{14}H^8S^2O^6$ étendu + H^2O^2, dégage. — 1,4
$C^{14}H^8$ liquide + S^2O^6 solide + eau = $C^{14}H^8S^2O^6$ étendu + H^2O^2, dégage. +35,9

nombres très-voisins de ceux que fournit la benzine.

» La dissolution même du toluène dans l'acide fumant a dégagé, pour une première fraction du carbure, + 28,3; pour la seconde, + 25,6 : valeurs un peu plus fortes que pour la benzine. Il ne s'est formé que des traces de toluéno-sulfuride. Je n'ai pas poussé plus loin cette étude, qui aurait réclamé l'examen comparatif de plusieurs séries de sels isomériques.

» 11. *Éthylène.* — J'ai fait passer lentement un courant de ce gaz, pur et sec dans un tube renfermant de l'acide sulfurique fumant et placé dans le calorimètre : l'accroissement de poids du tube a fourni le poids de l'éthylène combiné. Cette combinaison a lieu avec un premier dégagement de chaleur égal, pour $C^4H^4 = 28^{gr}$, à + 31,6; mais il se forme ainsi un ou plusieurs acides conjugués, dissous, dans un excès du réactif. Pour tout ramener à un état final défini, j'ai ensuite brisé le tube dans le calorimètre et mesuré la chaleur produite. Tout compte fait, j'ai trouvé

Cal
C^4H^4 gaz + $2SO^4H$ étendu = C^4H^4, H^2O^2, S^2O^6 (acide iséthionique) étendu dégage.. +16,01
C^4H^4 + S^2O^6 solide + eau = C^4H^4, H^2O^2, S^2O^6 étendu dégage................ +53, 3

chiffres supérieurs de + 11,4 à ceux de la benzine gazeuse (+ 4,6 et + 41,9); mais ils comprennent en plus la fixation de H^2O^2. Ils sont, au contraire, moindres que la chaleur dégagée lors de la formation du sulfate acide d'ammoniaque dissous, par l'union de AzH^3 gaz + S^2O^6 + eau : réaction qui dégage + 59,6. Je montrerai comment ces chiffres servent à trouver la chaleur dégagée par l'éthylène changé en alcool et éther ordinaire.

» 12. *Amylène.* — J'ai encore mesuré la chaleur dégagée lorsque l'amylène est polymérisé sous l'influence de l'*acide sulfurique monohydraté*. En

opérant avec 14 parties d'acide pour 1 partie de carbure, à 13 degrés, dans un vase entouré d'eau, la transformation s'opère bien, sans produits secondaires sensibles, et elle ne donne guère naissance qu'à du diamylène :

$$2C^{10}H^{10} \text{ liq.} = C^{20}H^{20} \text{ liq. dégage} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +11^{\text{Cal}},8$$
$$2C^{10}H^{10} \text{ gaz} = C^{20}H^{20} \text{ liq.} \quad \text{»} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +22,3. \text{ »}$$

MÉTÉOROLOGIE. — *Historique des essais de création d'un Observatoire au sommet du pic du Midi de Bigorre;* par M. **Ch. Sainte-Claire Deville.**

« Le plus ancien des souvenirs qui intéressent directement la fondation d'un Observatoire à la cime du pic (1) remonte à l'astronome Plantade, à qui l'on doit, d'après Arago, une des premières descriptions vraiment scientifiques de la couronne lumineuse dont la Lune est entourée pendant une éclipse de Soleil. Plantade fit un grand nombre de voyages au pic et, finalement, y mourut en 1741, ses instruments d'observation à la main, sur le mamelon auquel les promoteurs de l'œuvre dont nous allons entretenir l'Académie ont donné son nom.

» Plantade semble, en effet, le premier savant qui ait songé à la création d'un Observatoire au sommet du pic du Midi.

» Le second fut Darcet, qui publia, en 1776, en collaboration avec l'illustre Monge, des « *Observations faites sur le baromètre dans les Pyrénées, conjointement avec le nivellement d'une montagne* ». Les éléments de ce travail, comme ceux du *Discours sur l'état actuel des Pyrénées,* le premier discours solennel prononcé en français au Collége de France, avaient été recueillis par Darcet pendant un voyage exécuté en 1774.

» Citons encore, parmi les séries d'expériences entreprises au sommet du pic du Midi, celles qui furent faites en août 1782 par Lapeyrouse, Dolomieu, Puy-Maurin et Darquier, et qui sont relatées dans les *Mémoires de l'Académie de Toulouse*, et le nivellement exécuté, en 1786 et 1787, par Vidal et Reboul « dans le but, disent les auteurs, de graduer cette mon-
» tagne pour les observateurs qui voudraient s'y établir ».

» Dans cette même année 1786, Darcet avait obtenu de Philippe d'Orléans la promesse d'une somme de 80000 francs, pour être affectée à la création de l'Observatoire du pic du Midi. Ce projet fut entravé par les événements politiques qui se succédèrent si rapidement.

(1) L'un des principaux promoteurs du projet d'Observatoire du pic du Midi, M. Vaussenat, a recueilli sur la Bibliographie de cette montagne les documents les plus complets et les plus intéressants.

» A cette époque, il existait près du sommet, sur le lieu où la Commission actuelle a édifié un petit abri qu'elle a nommé *Pavillon Darcet*, une cabane ou abri, dont elle a trouvé les fondations dans le gazon. Cette première cabane avait été établie, peut-être à la place d'une plus ancienne, par Vidal et Reboul, qui y stationnèrent; plus tard, le colonel Peytier campa sous la tente pendant plus de quinze jours sur ce même point du sommet.

» Nous ne pouvons que mentionner les observations faites, d'une manière non continue, au sommet du pic du Midi, pendant les vingt dernières années du XVIIIe siècle, par le chevalier d'Angos, astronome distingué de Tarbes : observations qui semblent malheureusement éparpillées entre plusieurs mains. Il faut aussi nous contenter de rappeler les recherches géologiques de Palasson, de Charpentier, et les beaux travaux de Ramond, notamment son Mémoire sur la *Mesure des hauteurs à l'aide du baromètre*, inséré au sixième volume des *Mémoires de la classe des Sciences mathématiques et physiques de l'Institut*. Ramond faisait plusieurs fois par an le voyage du Pic ; on possède les dates et les détails de ses trente-quatre ou trente-six ascensions.

» Ajoutons enfin que notre vénérable correspondant, Léon Dufour, parvint au pic le 10 août 1863. Il avait alors quatre-vingt-quatre ans : c'était la vingtième de ses ascensions, dont la première datait de 1798. »

MÉCANIQUE. — *Considérations nouvelles sur la régulation des tiroirs.* Note de M. A. LEDIEU (suite et fin) (1).

« Dans toutes les machines, l'*introduction* par le tiroir se trouve forcément plus grande à l'orifice que nous sommes convenu d'appeler *majeur*, c'est à dire à l'orifice de l'extrémité du cylindre où la grande bielle et la manivelle se trouvent en *prolongement* au moment du point mort, qu'à l'orifice *mineur*, c'est-à-dire à l'orifice de l'extrémité opposée. La circonstance qui nous occupe est, du reste, tout à fait indépendante de l'espèce du tiroir et du mode d'action (direct ou renversé) de sa bielle. Elle s'explique en remarquant que, eu égard à la petitesse que possède toujours l'avance à l'introduction, l'angle décrit par la grande manivelle entre le bout de course du piston et le moment de la fermeture à l'introduction diffère très-peu de l'angle du renversement de marche, quelle que soit l'extrémité considérée

(1) Voir le *Compte rendu* de la séance précédente, page 132 de ce volume.

du cylindre. Or à ce même angle décrit par la grande manivelle à partir de chaque point mort correspond une fraction de course du piston, qui est évidemment plus grande du côté du bout de course où la grande bielle et la manivelle sont en prolongement, que du côté de l'autre bout de course. Si l'on remarque que les forces d'inertie ont, de leur côté, plus d'intensité pour le premier de ces bouts de course que pour le second, ladite circonstance qui nous occupe devient heureuse.

» En effet, au moins dans le cas où l'on fonctionne sans organe de détente variable, l'introduction se trouve de la sorte la plus petite à l'extrémité du cylindre opposée au point mort où les forces d'inertie sont les plus grandes, et où, par suite, il y a intérêt, afin de ne pas accroître *comparativement* à l'autre extrémité du cylindre, la poussée *effective* du piston tant à bout de course que maximum, à restreindre la partie de cette poussée qui est due à la pression de la vapeur. Cette combinaison est utile, d'une part, pour répartir également entre les deux demi-tours la prévention des chocs lors des changements de portage à fin de parcours, et les usures ainsi que les chances d'échauffement, et, d'autre part, afin d'éviter que les défectuosités du couple de rotation soient plus saillantes pour l'un des demi-tours que pour l'autre.

» Toutefois, dans les machines à pilon, l'action du poids du piston vient se combiner avec l'influence des forces d'inertie. Or, ce poids dépasse un peu, en moyenne, la moitié de la plus petite des deux forces d'inertie relatives aux deux bouts de course, et d'ailleurs agit toujours dans le même sens que cette plus petite force, et en sens contraire de l'autre. Il en résulte que, tout compte fait, il vaudrait mieux, au point de vue qui nous occupe, dans lesdites machines, que l'introduction concernant l'extrémité du cylindre où la grande bielle et sa manivelle sont en prolongement, fût légèrement plus petite que l'autre, ou au moins en différât aussi peu que possible. D'un autre côté, l'inégalité d'introduction aux deux extrémités du cylindre entraîne, en principe, l'inconvénient d'avoir des travaux inégaux pour les deux courses du piston, ce qui tend à rendre inégales les valeurs de la moyenne du couple de rotation propre au cylindre considéré pour les deux demi-tours. Mais ce dernier point est peu important, comme influence, sur le couple de rotation total, lequel relève de tous les cylindres de la machine. Au surplus, il n'y aurait de possibilité d'égaliser, dans les cas particuliers où cela serait utile, l'introduction aux deux extrémités du cylindre qu'en augmentant outre mesure, par une diminution du recouvrement, l'avance à l'introduction, à l'extrémité pour laquelle l'admission se trouve la plus pe-

tite, ou bien encore en donnant du retard à l'admission à l'autre extrémité du cylindre.

» La considération de l'inégalité des forces d'inertie aux deux extrémités du cylindre indique encore qu'il faudrait accroître l'avance à l'évacuation, la compression et l'avance à l'introduction pour le bout de course où l'intensité de ces forces, combinée avec le poids du piston dans les machines à pilon, est la plus grande; car l'accroissement de l'avance à l'évacuation et de la compression au bout de course en question contribuerait à contre-balancer l'influence d'augmentation par rapport à l'autre bout de course, que cette supériorité d'intensité exerce sur la poussée effective du piston aux environs de son arrivée au point mort. De son côté, l'accroissement de l'avance à l'introduction, toujours au bout de course en question, aiderait d'abord au contre-balancement précédent; mais de plus il servirait, une fois le point mort franchi, à affaiblir l'influence de diminution de poussée par rapport à l'autre bout de course, qu'exerce ladite supériorité d'intensité des forces d'inertie au bout en question considéré, lesquelles forces, après le passage du piston au point mort, deviennent négatives, de positives qu'elles étaient auparavant, c'est-à-dire jouent maintenant le rôle de forces *résistantes*. En ce qui concerne l'ouverture maximum des orifices à l'introduction, il y a tout intérêt à ce qu'elle soit plus grande à l'orifice *majeur* qu'à l'orifice *mineur*; car de la sorte la vapeur est moins étranglée pour l'extrémité du cylindre où le piston marche relativement plus vite qu'à l'autre extrémité. Pour l'ouverture maximum à l'évacuation, il vaut mieux que la plus grande valeur corresponde à l'orifice *mineur*. Il est vrai qu'il y a moins de vapeur à faire évacuer par cet orifice que par l'autre; mais il faut observer que la vitesse du piston, au début de l'évacuation, est la plus grande pour le bout de course opposé à l'orifice *mineur*, qui est l'orifice par lequel s'échappe alors la vapeur, et que par suite, sous le rapport de la contre-pression, cet échappement doit être facilité de préférence à celui de l'autre extrémité du cylindre : somme toute, cette dernière considération doit l'emporter sur la première.

» Pour les combinaisons que nous venons d'indiquer, il sera bon de se rappeler que la compression relative à un des bouts de course du piston, modifiée à l'aide du recouvrement voulu ou de l'angle de calage, varie toujours en sens inverse de l'avance à l'évacuation correspondant au même orifice et par suite à l'autre bout de course, et cela quels que soient l'espèce du tiroir et le mode d'action de sa bielle. L'avance à l'introduction, de son côté, comme nous l'avons dit plus haut, ne saurait augmenter à un

bout du cylindre sans entraîner l'accroissement de l'introduction à ce même bout; mais, en principe, la grandeur relative des résultats de régulation de même nom, c'est-à-dire des deux introductions, des deux sortes d'avances, des deux compressions et des deux espèces d'ouvertures maximum des orifices, dépend de celui des deux groupes mentionnés à l'article précédent dont fait partie la machine. Les machines à pilon mises à part, le second groupe se prête à la réalisation de toutes les bonnes combinaisons que nous venons d'expliquer, sauf pour les avances à l'évacuation, ou sinon pour les compressions. Avec le premier groupe, il faut en outre abandonner ce qui concerne les ouvertures maximum des orifices, à moins que les obliquités de bielle du tiroir ne soient extrêmement faibles; en d'autres termes, on est obligé de subir que les inégalités entre les ouvertures de même espèce se produisent à l'inverse de ce qu'il faudrait. »

M. **Alph. de Candolle** fait hommage à l'Académie de deux brochures portant pour titres : « Existe-t-il, dans la végétation actuelle, des caractères généraux et distinctifs qui permettraient de la reconnaître en tous pays, si elle devenait fossile? » et « Sur les causes de l'inégale distribution des plantes rares dans la chaîne des Alpes ».

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, pour la Section de Géographie et Navigation, en remplacement de feu M. *Livingstone*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 42,

M. Nordenskiöld obtient. . . . . 34 suffrages,
M. Gould . . . . 7 »

Il y a un bulletin blanc.

M. **Nordenskiöld** ayant réuni la majorité absolue des suffrages est proclamé élu.

RAPPORTS.

HYDROLOGIE. — *Rapport sur l'ouvrage de M.* Revy, *ingénieur anglais, intitulé : « Hydraulique des grands fleuves le Parana, l'Uruguay et le bassin de la Plata ».*

(Commissaires : MM. Tresca, Morin rapporteur.)

« L'importante et délicate question du mouvement des eaux dans les grands fleuves, malgré les tentatives des ingénieurs les plus illustres, n'a pas encore reçu de solution complétement satisfaisante, au point de vue des applications pas plus qu'à celui de la théorie. Prony, Eytelwein, Brunnings et, après eux, d'habiles ingénieurs l'ont abordée, et si leurs travaux ont jeté sur quelques parties des phénomènes la lumière de l'expérience, les observations et les règles qu'on en a déduites sont restées limitées à des cours d'eau ou à des canaux de dimensions si restreintes, qu'il n'est pas possible d'en étendre l'application aux rivières d'Europe, et moins encore à ces fleuves gigantesques qui arrosent l'Amérique.

» Les recherches de ce genre ont une telle importance, que toute tentative pour y répandre la lumière doit appeler l'attention des ingénieurs, et, à ce titre, nous croyons devoir leur signaler l'ouvrage qu'a publié, en 1874, M. Revy, savant ingénieur anglais, qui, pour éclairer ces questions si complexes, n'a pas craint de s'attaquer aux plus grands fleuves de l'Amérique du Sud, le Parana et l'Uruguay, puissants affluents qui forment le bassin de la Plata.

» Si l'auteur n'a pas résolu, aussi complétement qu'il l'avait espéré, les questions qu'il abordait, il a eu le mérite d'ouvrir la voie à de nouvelles recherches.

» Les moyens d'observation qu'il a employés et surtout l'organisation qu'il a su donner à l'ensemble de ses travaux pourront servir de modèle à ses successeurs, qui, secondés par des circonstances plus favorables, pourront avoir l'honneur d'achever la tâche difficile qu'il avait entreprise.

» *Moyens d'exécution.* — Au premier rang des moyens indispensables pour l'exécution d'observations suivies sur les grands fleuves, l'auteur indique ceux qui avaient été libéralement mis à sa disposition par le gouvernement de la République argentine, auquel il nous semble juste de rendre ici un public hommage.

» Ils se composaient d'un bateau à vapeur d'un faible tirant d'eau,

d'un équipage bien choisi, suffisamment nombreux, et de plusieurs petites embarcations.

» *Dispositions adoptées.* — Nous résumerons ici sommairement les dispositions générales adoptées par l'auteur pour opérer sur l'immense fleuve du Parana, le principal affluent de la Plata, dans la partie de son cours où il sépare l'État oriental de l'Uruguay et la province d'Entre-Rios du territoire de la République argentine.

» Un emplacement convenable ayant été reconnu près de Rosario, à 300 kilomètres environ en amont de Buenos-Ayres, on mesura sur la rive gauche une base de 3000 pieds anglais (915 mètres), et ses extrémités furent indiquées par des poteaux surmontés d'un fanion. Perpendiculairement à cette base et dans la direction du profil choisi pour les observations, d'autres poteaux furent établis, les uns à ses extrémités et un autre sur un radeau flottant, solidement ancré à 800 pieds anglais (250 mètres environ) sur cette base, pour servir de repère dans les traversées.

» A l'aide de ces premières dispositions, il était facile de déterminer la position de chacune des stations que l'on devait faire dans la direction du profil choisi. Il suffisait pour cela d'observer de cette station, avec un sextant, l'angle formé par les rayons visuels dirigés vers les deux extrémités de la base.

» L'observation des grandes profondeurs d'eau dans des courants aussi rapides présentait des difficultés que, par des manœuvres habilement conduites, l'auteur a surmontées. Sans entrer dans des détails que l'on trouvera dans l'ouvrage, nous nous bornerons à dire que le bateau à vapeur employé à cette opération importante et délicate était remonté d'abord à 150 ou 180 mètres au-dessus du lieu d'observation, que l'on jetait une ancre dont on laissait filer le cordage, que la sonde immergée d'avance à une certaine profondeur suivait le mouvement du bateau, qu'à l'aide du sextant on guettait l'instant précis où l'on atteignait l'alignement déterminé, puis qu'à un commandement net la sonde était lâchée et immédiatement retirée. Les résultats d'observation de direction et de profondeur d'eau étaient de suite inscrits et l'opération répétée.

» C'est ainsi que, de position en position, on a déterminé les profondeurs et pu construire le profil des sections étudiées. L'auteur assure qu'à l'aide des dispositions adoptées on peut en deux heures relever le profil d'une section des plus grands fleuves. Grâce à l'expérience acquise, le sondage en un point déterminé du Parana, dont la largeur excède 1460 mètres, n'a pas exigé en moyenne plus de huit minutes.

» Tout changement un peu brusque, indiqué par les sondages, doit d'ailleurs donner lieu à des vérifications et à des répétitions dans des positions voisines, afin d'assurer la régularité du tracé des profils.

» *Observations des vitesses.* — Le dispositif général adopté par l'auteur se composait d'une sorte de pont volant formé de deux bateaux pontés et distants de 3 mètres environ, dans l'intervalle desquels passait le courant à observer.

» Le moulinet de Woltemann, dont l'auteur se servait, était fixé à l'extrémité d'une barre de fer méplat de $0^m,050$ de largeur sur $0^m,010$ à $0^m,012$ d'épaisseur et de 3 mètres environ de longueur, suspendue horizontalement dans le plan milieu du pont volant, à des profondeurs que l'on faisait varier à volonté à l'aide de deux cordes sur lesquelles des longueurs marquées d'avance permettaient de lire ces profondeurs.

» A l'aide de ces dispositions, on comprend facilement que, le pont volant étant une fois établi en station, il était facile de faire rapidement toute une série d'observations à diverses profondeurs et par tous les courants; aussi croyons-nous devoir appeler sur cette installation l'attention des ingénieurs qui se proposeraient de faire des recherches analogues à celles que M. Revy a exécutées.

» Outre la détermination de la vitesse aux différentes profondeurs d'immersion de l'instrument, l'auteur montre qu'il peut servir avec autant de facilité et d'exactitude pour obtenir en quelque sorte l'intégration de toutes les vitesses, depuis la surface jusqu'au fond, sur une même verticale, et à trouver ainsi la vitesse moyenne absolue sur cette verticale. Les résultats presque mathématiquement exacts que l'on obtient, étant enregistrés par l'instrument et indépendants de toute considération directe, leur précision n'a de limites que celle de la régularité avec laquelle fonctionne le mécanisme.

» *Observations des vitesses moyennes.* — Nous nous bornerons à montrer par un exemple que l'emploi du moulinet de Woltemann pour la détermination de la vitesse moyenne, en suivant la marche que nous avons indiquée plus haut, conduit à des résultats très-concordants.

» Dans une station où la profondeur d'eau était de $6^m,71$, et par des observations prolongées chaque fois, pendant trente minutes, en faisant alternativement descendre et remonter l'instrument d'un mouvement lent et aussi uniforme que possible, on a obtenu les résultats contenus dans le tableau suivant :

Nombre de courses doubles de l'instrument.	Espace total parcouru par l'instrument.	Vitesses moyennes observées.
	m	m
2	25,68	0,407
3	38,43	0,407
4	51,24	0,399

» La vitesse observée à $1^m,22$ de profondeur d'immersion, en tenant l'instrument fixe, était de $0^m,523$.

» L'accord des trois valeurs trouvées pour la vitesse moyenne pendant ces expériences est très-remarquable et montre le degré de confiance qu'on peut accorder à des observations de ce genre.

» Il est d'ailleurs évident que le mouvement donné à l'appareil doit être autant que possible uniforme, mais aussi très-lent, afin que sa vitesse n'influe pas sur le nombre de tours des ailettes.

» *Observations exécutées sur le Parana.* — Parmi les questions que M. Revy se proposait d'étudier, celle de l'influence de la profondeur des eaux sur la vitesse des courants était une des plus importantes et des plus nouvelles, car il est si rare de rencontrer des conditions locales convenables pour la résoudre, que jusqu'ici aucun observateur ne les a trouvées réunies au degré convenable.

» Pour qu'il soit permis de considérer de semblables observations comme à l'abri des nombreuses causes perturbatrices du mouvement des eaux, il faut, en effet :

» 1° Que la portion du lit dans laquelle se trouvent les sections sur lesquelles on veut opérer soit régulière, rectiligne, de largeur et de pente uniformes sur une très-grande étendue;

» 2° Que sa largeur soit assez considérable et présente des profondeurs d'eau très-différentes et suffisantes pour la manifestation des lois cherchées.

» Pour les expériences exécutées sur ce puissant affluent de la Plata, M. Revy en a remonté le cours jusque auprès de la ville de Rosario, dans la province de Santa-Fé, de la Confédération argentine, afin d'y trouver une station où l'action de la marée était nulle ou insensible.

» La profondeur de la section transversale sur laquelle il opérait allait en croissant régulièrement depuis zéro jusqu'à 22 mètres, selon une pente d'environ $0^m,02$ par mètre, sur une largeur de plus de 1 kilomètre. La section totale avait 1485 mètres de large.

» Le tableau suivant donne ces profondeurs à la date du 24 janvier 1871 :

Sondages exécutés le 24 janvier 1871 sur le Parana à la station de Rosario.

Numéros d'ordre.	Distance à la rive de départ.	Profondeur en mètres.	Vitesses voisines de la superficie. Numéros des stations.	Distances à la rive.	Vitesses en mètres en 1s.
	m	m		m	m
A 1....	134,2	5,05	*a*.....	152,5	0,456
2....	223,0	9,26	*b*.....	254,0	0,668
3....	303,0	11,50	*c*.....	377,0	0,880
4....	406,0	12,80	*d*.....	406,0	0,995
5....	522,0	14,94	*e*.....	515,0	1,095
6....	662,0	16,36	*f*.....	665	1,225
7....	762,0	17,69	*g*.....	860	1,300
8....	808,0	17,71	*h*.....	1080	1,295
9....	915,0	18,02	*k*.....	1185	0,550
10....	1009,0	21,20			
11....	1070,0	20,96			
12....	1180,0	7,44			
13....	1060,0	20,86			
14....	1080,0	21,63			
15....	1145,0	21,98			
16....	1206,0	3,86			
17....	1270,0	2,77			
C......	1485,0	1,83			

» En représentant les résultats consignés dans ces tableaux par une construction graphique dont les abscisses sont les profondeurs d'eau et dont les ordonnées sont les vitesses près de la superficie, on reconnaît que, dans la station d'observation, ces vitesses croissaient, à très-peu près, proportionnellement aux profondeurs d'eau.

» Pour cette station de Rosario sur le Parana, la relation des vitesses avec la profondeur serait

$$V^{m} \text{ en } 1^{s} = 0,075\, H^{m}.$$

» Il est évident d'ailleurs que ce rapport de la vitesse à $1^{m},22$ au-dessus de la superficie à la profondeur d'eau, dépend, dans chaque cas, de la pente et de la nature du lit et que les conclusions que l'auteur tire de ses observations ne s'appliquent qu'aux cas où les conditions d'uniformité de largeur et de pente qu'il a recherchées sont réalisées; mais la conséquence générale qu'il a déduite de ses observations faites sur le Parana à la station de Rosario n'en est pas moins remarquable et il serait fort important qu'elle fût vérifiée pour d'autres fleuves.

» Cependant on ne saurait se dissimuler qu'elle a besoin d'être vérifiée sur d'autres grands fleuves pour être considérée comme suffisamment établie.

» Il est fort à regretter que l'auteur des expériences que nous avons

cherché à analyser dans ce Rapport ait été obligé de les interrompre et n'ait pu leur donner tout le développement qu'il avait en vue, surtout en ce qui concernait le Parana et l'Uruguay.

» S'il paraît résulter de ses études que, dans les grands fleuves et lorsque la pente de leur lit est sensiblement la même sur toute leur longueur sur une certaine étendue, la vitesse, à une faible distance de la superficie, est dans un rapport à peu près constant avec la profondeur d'eau, cette conséquence, qui n'avait jusqu'ici encore été établie, croyons-nous, par aucune observation faite dans des conditions aussi larges, est importante et n'a rien d'ailleurs de contradictoire avec les faits connus.

» Quoique ici ce soient des réserves qu'il nous paraît prudent de faire sur les conclusions que M. Revy a cru pouvoir formuler, d'après ses expériences, il n'en a pas moins, à nos yeux, le mérite considérable d'avoir osé s'attaquer aux plus grands fleuves connus, et surtout d'avoir donné le modèle d'une excellente organisation du matériel, du personnel et de l'ensemble des dispositions qu'il convient d'adopter en pareil cas.

» Il ne lui a manqué qu'un complément d'instruments faciles à se procurer aujourd'hui et le temps, cet élément indispensable de toute œuvre humaine.

» L'attention des ingénieurs est désormais appelée sur ces grandes questions d'Hydraulique auxquelles les ravages causés, il y a quelques années, par la Loire et par le Rhône, et surtout les catastrophes plus récentes des inondations de la Garonne, donnent un intérêt si grand.

» Les immenses fleuves qui parcourent les deux Amériques offrent à des études expérimentales de ce genre un champ trop fécond de découvertes et d'observations pour que nous ne croyions pas devoir les signaler aux amis de la Science dans ces vastes contrées.

» Au nord, la puissante République des États-Unis, où de si généreux efforts et de si grands sacrifices sont libéralement faits pour propager les connaissances de tous genres, tiendra, il faut l'espérer, à honneur de faire compléter les travaux que quelques-uns de ses plus habiles ingénieurs ont déjà entrepris et publiés.

» Au sud, un souverain que l'Académie des Sciences de France s'honore de compter parmi ses Membres, et qui met au premier rang des progrès civilisateurs que poursuit son gouvernement le développement des voies de communication, n'hésitera pas, on n'en saurait douter, à faire continuer les études déjà entreprises par ses ordres sur l'Amazone et sur le Madeira.

» *Conclusions.* — Vos Commissaires proposent en conséquence à l'Académie de remercier M. Revy de son importante Communication et d'accorder son approbation à ses recherches sur l'hydraulique des grands fleuves. »

Ces conclusions sont mises aux voix et adoptées.

MÉMOIRES LUS.

GÉOLOGIE. — *Mission de l'île Campbell, constitution géologique de l'île;* par M. **H. Filhol**.

(Renvoi à la Section de Minéralogie.)

« La constitution géologique de l'île Campbell est assez complexe, et l'on comprend que ce n'est qu'à la suite d'un séjour prolongé qu'il ait été possible d'en retracer l'histoire. Pourtant il paraît étrange qu'on l'ait considérée seulement comme une production volcanique, alors que les phénomènes géologiques dont elle a été témoin ont laissé des dépôts considérables appartenant à deux périodes bien séparées.

» Les couches les plus anciennes se trouvent à la pointe Duris : ce sont des sables agglomérés, d'un gris noir, mesurant de 10 à 12 mètres d'épaisseur. Ces sables renferment, dans leur intérieur, des nodules nombreux de pyrite de fer. Ils sont immédiatement surmontés par une couche de calcaires puissants, qui constituent en quelque sorte la charpente de l'île. Pour se rendre compte d'une manière exacte de la disposition de ces calcaires, il faut parcourir la portion nord-ouest de l'île Campbell. Là ils ont été très-peu tourmentés par les phénomènes volcaniques qui ont suivi leur dépôt et qui se sont bornés à les recouvrir d'une couche épaisse de roches trachytiques. Ils s'offrent en stratification horizontale, formant de grandes falaises qui mesurent de 60 à 80 mètres de hauteur. On les retrouve disloqués, diversement soulevés par le passage de filons de basalte, dans la baie de Persévérance, dont ils constituent le fond. Ces calcaires sont jaunâtres, à grains fins. Ils sont tendres, se laissent tailler avec facilité, et ont pu être utilisés avec succès pour diverses œuvres de maçonnerie qui devaient servir à supporter les instruments astronomiques. Dans la portion supérieure des falaises, ils se délitent sous l'influence de diverses causes atmosphériques, les pluies, les gelées. Ils sont, dès lors, attaqués facilement par les vents violents qui règnent dans ces parages et qui en transportent des fragments à de grandes distances.

» J'ai été longtemps indécis sur l'âge auquel on doit rapporter ces calcaires; mais j'ai eu, après des recherches prolongées, l'occasion de rencontrer, dans leur intérieur, des Pentacrines semblables à celles du crétacé supérieur de la Nouvelle-Zélande, et je crois devoir rapprocher la formation de Campbell de celle du Waipara, caractérisée par les *Pentacrines*, les *Dosinia*, les *Dammara*.

» Au-dessus de ces calcaires, s'étendent de grandes nappes de dépôts éruptifs, qui datent tout à fait du début de l'époque éocène. Ce sont des roches trachytiques, renfermant dans leur intérieur de gros cristaux de feldspath. Elles constituent les sommets de Campbell. Leur épaisseur, en certains points, est excessivement considérable; car ce sont elles qui forment les massifs du mont Honey, du mont Lyell, du mont Dumas. Leur expansion a eu lieu, en quelque sorte, en forme d'éventail, dont le centre correspondrait à l'ouest. Du sommet du mont Honey, les masses trachytiques descendent vers le nord-est, pour plonger dans la mer; du mont Honey, elles courent de la même manière vers le sud-est, tandis que, du mont Dumas, dont la moitié qui regarde l'Océan est éboulée, on les voit s'incliner fortement vers le sud-ouest. Du côté du nord-ouest, la côte est complétement effondrée; toute cette portion de l'île semble s'être affaissée sous la mer, alors que quelques rares sommets, émergeant au loin, forment autant d'écueils qui témoignent du reste de l'île engloutie. La portion inférieure des dépôts trachytiques offre une constitution différente de celle des parties supérieures; elle se rapproche beaucoup des laves, dont elle se différencie pourtant par de nombreux caractères, et renferme dans son intérieur une quantité considérable de fer à divers degrés d'oxydation. Ces couches ont une épaisseur de 8 à 10 mètres et sont faciles à étudier sur la rive gauche de la baie du nord-est, où l'on peut les suivre, grâce à des éboulements de date récente.

» Leur âge, comme celui des dépôts qui les surmonte, doit être rapporté à l'époque éocène inférieure. Ils sont absolument semblables, comme âge et comme constitution, aux produits éruptifs, qui forment de nombreux massifs dans le sud de la Nouvelle-Zélande, en particulier à Port-Chalmers.

» Je dois faire remarquer que ces masses ne s'offrent pas à nous sous l'aspect qu'elles avaient primitivement, car elles ont été profondément modifiées dans leur configuration extérieure, durant la période éocène supérieure. Durant la période jurassique supérieure, les périodes éocènes inférieure et moyenne, Campbell, d'après les observations que je viens de rapporter, faisait partie d'un grand continent. Il se trouvait alors rattaché

aux diverses terres aujourd'hui voisines. C'est à ces époques qu'il faut fixer l'existence d'un grand continent antarctique, réunissant alors des terres séparées durant les périodes éocènes supérieures et miocène inférieure. Il se pouvait qu'alors vécussent, sur cette grande terre australe, les ancêtres de grands oiseaux vivants ou éteints aujourd'hui, dispersés sur divers continents et dont il était difficile jusqu'à présent de trouver l'origine. Sur le continent antarctique éocène, vivaient probablement les aïeux des Dinornis, des Épiornis, des Émeu, des Casoars, des Naudon, des Struthio, qui ne seraient peut-être que des races issues d'une même origine.

» Durant toutes les périodes éocène supérieure, miocène inférieure, Campbell a été immergé. Le grand continent antarctique s'était effondré sous la mer pour ne se relever qu'en partie durant les périodes miocène moyenne, supérieure et pliocène. Les traces de l'affaissement de Campbell sont de deux ordres, des terrasses formées par la mer et des dépôts marins, renfermant de nombreux fossiles que l'on rencontre en un point de ses côtes. Les terrasses sont très-nettes en plusieurs endroits; je signalerai en particulier le mont Dumas. Quant aux dépôts marins, on ne les rencontre que dans un point assez limité. Ils existent dans la baie de Persévérance, tout près de la pointe Terror. Ils consistent, dans leur portion inférieure, en sables assez fins, agglomérés, recouverts par un dépôt coquillier abondant, dans lequel on rencontre la *Woldheguna gravida*, la *Panopæa plicata*, caractéristiques des dépôts de l'éocène supérieur et du miocène inférieur de la Nouvelle-Zélande. Cette couche mesure $3^{m},50$ à 4 mètres de hauteur, et est recouverte par un lit de sable de 6 mètres environ d'épaisseur.

» Durant la période miocène moyenne, Campbell a subi un mouvement d'élévation au-dessus des eaux. A la même époque, se sont produits de nouveaux phénomènes volcaniques. De grands diks de basalte se sont fait jour au travers des calcaires crétacés de la baie Persévérance et ont constitué le mont Biman, qui offre, en divers points, des prismes dans un magnifique état de conservation.

» Enfin de nombreux filons de basalte ont traversé l'île dans une multitude de points, en se croisant sous des angles divers. Un de ces filons a soulevé, en les traversant, les dépôts de l'éocène supérieur dont je parlais plus haut, et à son contact les a transformés en une sorte de tuf.

» A partir de la période miocène moyenne, Campbell est resté à l'état d'île et n'a pas participé au mouvement partiel d'abaissement qu'a subi la Nouvelle-Zélande, durant la période pliocène, et qui a donné lieu aux dépôts du Vanganni.

Les dépôts récents sont formés par des amoncellements de matière végétale en putréfaction, renfermant seulement, dans leur intérieur, des débris de divers genres et de diverses espèces de phoques; aucun ossement n'y a été rencontré, ainsi qu'il était facile de le prévoir d'après la constitution géologique de l'île, appartenant aux grandes espèces éteintes qui caractérisent le pléistocène de la Nouvelle-Zélande. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ASTRONOMIE. — *Sur le passage de Vénus du 9 décembre 1874* (1); par M. Ch. André.

(Renvoi à la Commission du passage de Vénus.)

« La comparaison des heures observées pour le même contact dans les différentes stations paraît *a priori* être le meilleur moyen d'arriver à la loi du phénomène; mais ces observations sont affectées par tant de causes diverses (dont les principales sont : la différence des ouvertures, les défauts de l'objectif, de l'oculaire et de la mise au point), qu'il n'est pas facile d'arriver ainsi à des conséquences générales. La comparaison des diamètres observés échappe à cet inconvénient, parce que la valeur adoptée résulte alors d'un grand nombre de mesures, et qu'ainsi les causes perturbatrices y ont, la plupart du temps, une influence constante, quel que soit le mode d'observation : il convient donc d'en faire la base de la discussion. C'est ce que je ferai, en supposant tout d'abord que la mise au point, l'objectif et l'oculaire ont été parfaits. Ces hypothèses excluent toutes les observations où le contact n'a point paru géométrique.

» 1° Le fait capital est celui-ci : les valeurs des diamètres de Vénus et de Mercure, obtenus micrométriquement dans les conditions ordinaires, c'est-à-dire en observant l'astre sur le fond du ciel, sont toujours plus grandes que celles obtenues pendant le passage, et en diffèrent d'autant plus que l'ouverture de l'instrument employé est plus petite.

» Ainsi, pour le passage de Vénus, la valeur la plus grande que je connaisse, celle obtenue par M. Mouchez avec son équatorial de 8 pouces ($0^m,217$) d'ouverture, est de $64'',38$. Les mesures faites, de 1840 à 1852, par

(1) Ces recherches ont été entreprises sur les conseils de M. Dumas, président de la Commission du passage de Vénus.

M. R. Main, à l'équatorial Est de l'observatoire de Greenwich (0^m,170 d'ouverture), et M. John Plummer, en 1868, à l'équatorial de Fraunhofer de l'observatoire de Durham (0^m,165), donnent en moyenne 64",73.

» Pour le passage de Mercure du 4 novembre 1868, le plus grand diamètre obtenu avec une *lunette ordinaire* est égal à 9",43, valeur trouvée par M. C. Wolf à l'aide d'un instrument de 0^m,204 d'ouverture. Les observations faites par M. R. Main à l'équatorial Est de l'Observatoire de Greenwich conduisent, pour le jour du passage, au nombre 10",206.

» Ce résultat, entièrement conforme à la théorie des phénomènes de diffraction, provient de ce que l'image d'un point lumineux dans une lunette n'est pas un point mathématique, mais un disque brillant (entouré d'anneaux alternativement obscurs et brillants), de grandeur variable avec l'ouverture; par la même raison, le diamètre de Vénus, mesuré sur le fond brillant du Soleil, se trouve diminué d'une certaine quantité, tandis qu'il est augmenté de la même quantité dans le cas de l'observation de l'astre sur le ciel avec le même instrument.

» 2° Pour avoir le diamètre *vrai* de Vénus ou de Mercure, on doit, non pas se contenter de la valeur même obtenue pendant le passage, mais prendre la *moyenne* de la valeur ainsi obtenue et du nombre auquel conduisent les mesures micrométriques faites avant et après le passage avec le même instrument. Ainsi l'on a :

Passage de Vénus du 9 décembre 1874.		*Passage de Mercure du 4 novembre 1868.*	
Colonel Tennant (6^p, Roorkee)...	63",902	M. J. Plummer (7^p, Durham)....	9",041
M. Main (obs. ant., 6^p,7, Greenw.)	65,360	M. Main (obs. ant., 6^p,7, Greenw.)	10,206
Demi-somme ou diamètre vrai.	64,631	Demi-somme ou diamètre vrai.	9,603

» 3° La différence des diamètres de Vénus ou de Mercure obtenus avec *un même instrument*, d'une part pendant le passage, d'autre part dans les conditions ordinaires d'observation, doit être égale au double du diamètre du disque lumineux que donne cet instrument avec une étoile, ou du moins une quantité de même ordre; elle est constante pour des instruments de même ouverture et décroît à mesure que l'ouverture augmente.

Passage de Vénus du 9 décembre 1874.		*Passage de Mercure du 4 novembre 1868.*	
Colonel Tennant (6^p, Roorkee)....	63",912	M. J. Plummer (7^p, Durham).....	9",001
M. Main (obs. ant., 6^p,7, Greenw.)	65,360	M. Main (obs. ant., 6^p,7, Greenw.)	10,206
Demi-différence......	0,724	Demi-différence.......	0,602

» Or, les constantes de séparation de Dawes et Foucault, combinées avec les calculs de Schwerd, donnent pour la même quantité 0",854.

» 4° Le diamètre de la planète, déterminé pendant le passage par des instruments d'ouvertures différentes, est d'autant plus petit et celui du Soleil d'autant plus grand (leur somme étant constante quelle que soit l'ouverture), que l'ouverture est elle-même plus petite. Le diamètre de la planète, obtenu dans les conditions ordinaires d'observation, est, au contraire, d'autant plus grand que l'ouverture est plus petite; mais les nombres de ces deux séries de valeurs tendent vers une limite, le *diamètre vrai* de Vénus, limite atteinte lorsque l'ouverture est très-grande (25^p à 30^p). Ainsi l'on a :

Passage de Vénus du 9 décembre 1874.

	m	"
Ct Mouchez	(0,216, St-Paul)..	64,380
Col1 Tennant	(0,152, Roorkee).	63,902

Passage de Mercure du 4 novembre 1868.

	m	"
C. Wolf	(0,204, Paris).....	9,430
J. Plummer	(0,165, Durham)..	9,001
O. Struve	(0,064, Pulkova)..	6,840 (*)

» 5° Des observateurs, armés de lunettes d'ouvertures différentes, ne voient pas le contact se produire, en un même lieu, au même instant. Les heures ainsi observées sont d'autant plus tardives pour l'entrée que l'ouverture de l'instrument est plus grande; la limite vers laquelle elles tendent est l'heure du *contact vrai*, que, avec la précision de l'observation, on obtiendrait avec un instrument de très-grande ouverture.

» Pour comparer entre elles deux observations du même contact, faites avec des instruments différents, il faut donc employer, pour chacune d'elles, les valeurs des diamètres du Soleil et de Vénus qui correspondent à l'ouverture de l'instrument; ou, en d'autres termes, appliquer à l'une d'elles une correction, que j'appellerai *équation de diffraction instrumentale*, égale au temps (ou tout au moins de même ordre) pendant lequel le centre de Vénus parcourt une longueur qui, projetée sur le rayon du disque solaire au point de contact, serait égale à la différence des diamètres apparents donnés par les deux instruments (**).

» Ainsi, par exemple, pour le premier contact interne à Saint-Paul, on a :

Observateurs.	Ouverture de la lunette.	Observation brute.	Observ. ramenée à 4^p.
		h m s	h m s
M. Mouchez....	8 pouces	19.39. 2,5	19.38.48,3
M. Turquet...	6 »	19.38.56,1	19.38.46,5
M. Velain......	2,5 »	19.38.31,0	19.38.48,0

(*) Cette influence de l'ouverture sur le diamètre apparent de la planète avait été signalée par M. Wolf (*Recherches sur les apparences singulières qui ont souvent accompagné les observations de contacts de Mercure et de Vénus avec le Soleil*, p. 122).

(**) Voir, à ce sujet, *Sur le passage de Mercure du 4 novembre 1868*, par M. Le Verrier (*Comptes rendus*, t. LXVII, 9 novembre 1868).

» Dans une prochaine Communication, je traiterai le cas où les hypothèses que nous avons faites n'ont pas été réalisées. Je montrerai alors quels termes correctifs il faut ajouter à celui que nous avons obtenu, pour rendre ces observations comparables aux précédentes, je décrirai le dispositif expérimental à l'aide duquel on peut reproduire et mesurer les phénomènes dont il vient d'être question, et j'indiquerai le parti que l'on peut tirer de l'observation même du passage, pour l'étude de certains phénomènes de diffraction. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur une nouvelle analogie aux théorèmes de Pascal et de Brianchon;* par M. **P. Serret** (1).

(Renvoi à la Section de Géométrie.)

« **1.** Le théorème de Pascal ou celui de Brianchon peuvent être étendus aux surfaces du second degré par une autre analogie très-apparente dans les termes, mais d'ailleurs plus apparente encore que réelle, à raison du nombre surabondant des éléments qui y interviennent.

» L'analogie bien connue, donnée autrefois par M. Chasles, présentait aussi la même surabondance, c'est-à-dire ici le même défaut, puisque les dépendances descriptives que l'on y spécifiait faisaient intervenir, au lieu de 10, 12 éléments de la surface. Et tel est aussi le nombre des éléments qui figurent dans l'analogie suivante :

» **2.** Analogie : théorème. — *Les côtés d'un hexagone plan dont les trois diagonales concourent en un même point, faisant, comme l'on sait, six tangentes d'une même courbe du second ordre, les arêtes d'un octaèdre hexagonal dont les trois diagonales concourent en un même point font aussi douze tangentes d'une même surface du second ordre.*

» Il est d'ailleurs remarquable que la surface inscrite ne soit jamais une surface réglée.

» *Démonstration.* — Prenons, en effet, pour axes des x, des y et des z les diagonales, et désignons par a, b, c, a', b', c' les coordonnées finies des sommets de l'octaèdre; considérons la surface représentée par

(1) La Note du 3 janvier, *Sur un point de Géométrie infinitésimale,* renferme la démonstration d'un théorème, qui a été donnée par l'auteur dans sa première leçon à l'Université catholique de Paris.

l'équation.

$$(S)\quad \left\{\begin{aligned} &\left[x\left(\frac{1}{a}+\frac{1}{a'}\right)+y\left(\frac{1}{b}+\frac{1}{b'}\right)+z\left(\frac{1}{c}+\frac{1}{c'}\right)-2\right]^2 \\ &\quad -2\left(\frac{1}{a}-\frac{1}{a'}\right)^2x^2-2\left(\frac{1}{b}-\frac{1}{b'}\right)^2y^2-2\left(\frac{1}{c}-\frac{1}{c'}\right)^2=0. \end{aligned}\right.$$

On voit presque aussitôt que cette surface est tangente à chacune des arêtes de l'octaèdre, à l'arête

$$(A)\qquad 0=z=\frac{x}{a}+\frac{y}{b}-1,$$

par exemple. Si l'on introduit, en effet, l'hypothèse $z=0$ dans l'équation (S) rendue homogène à l'aide de la relation $\frac{x}{a}+\frac{y}{b}=1$, cette équation devient

$$(S')\ \left[x\left(\frac{1}{a'}-\frac{1}{a}\right)+y\left(\frac{1}{b'}-\frac{1}{b}\right)\right]^2-2\left(\frac{1}{a'}-\frac{1}{a}\right)^2x^2-2\left(\frac{1}{b'}-\frac{1}{b}\right)^2y^2=0.$$

Or le premier membre simplifié

$$2xy\left(\frac{1}{a'}-\frac{1}{a}\right)\left(\frac{1}{b'}-\frac{1}{b}\right)-\left(\frac{1}{a'}-\frac{1}{a}\right)^2x^2-\left(\frac{1}{b'}-\frac{1}{b}\right)^2y^2$$

se réduit à un carré parfait. Donc, etc.

» L'équation (S) est d'ailleurs de la forme

$$(S_1)\qquad P^2-Q^2-R^2-S^2=0,$$

et ne s'applique dès lors à aucune surface réglée.

» 3. Les formes équivalentes (S) ou (S_1) mettent en évidence cette autre analogie :

» Une surface du second ordre étant menée tangentiellement aux arêtes d'un octaèdre à diagonales concourantes, le *tétraèdre* intercepté, dans le trièdre des diagonales, par le plan conduit suivant les droites de concours des faces opposées de l'octaèdre, est *conjugué* à la surface.

» On voit qu'au *tétraèdre* actuel correspond, dans la géométrie du plan, le *triangle* formé des deux diagonales et de la droite des points de concours des côtés opposés d'un quadrilatère circonscrit à une conique, ce triangle étant *conjugué* à cette conique, comme le tétraèdre précédent à la surface qui lui correspond.

» Le plan conduit suivant les droites de concours des faces opposées de l'octaèdre actuel est d'ailleurs représenté par l'équation

$$x\left(\frac{1}{a}+\frac{1}{a'}\right)+y\left(\frac{1}{b}+\frac{1}{b'}\right)+z\left(\frac{1}{c}+\frac{1}{c'}\right)-2=0,$$

dont la symétrie en a, a', b, b', c, c' suffit pour établir l'existence de ce plan.

» 4. Le théorème du n° 2 est peut-être susceptible de cet énoncé plus général :

» *Si les faces opposées d'un octaèdre se coupent deux à deux suivant quatre génératrices d'un hyperboloïde, les douze arêtes de l'octaèdre sont tangentes à une même surface du second ordre.*

» 5. Il serait facile d'énoncer ou d'établir directement la proposition corrélative : elle se rapporte à cette classe particulière d'hexaèdres dont les faces opposées se coupent deux à deux sur un même plan, et dont les diagonales sont dès lors concourantes. Le théorème qui en résulte, c'est-à-dire l'existence d'une surface du second degré, tangente encore aux douze arêtes de l'hexaèdre, correspond au théorème de Pascal; mais, cette fois, l'analogie est dissimulée ou latente : elle reste au fond des choses et n'apparaît point à la surface. On voit d'ailleurs aisément d'où provient ce défaut de parallélisme dans les termes et qu'il a son origine dans la différence qui existe entre le nombre des éléments constitutifs d'une figure plane ou à trois dimensions : d'une part, le point et la droite; d'une autre part, le point, la droite et le plan. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Transformations du sucre de canne dans les sucres bruts et dans la canne à sucre.* Note de M. A. **Müntz**, présentée par M. Boussingault.

(Commissaires : MM. Dumas, Boussingault, Peligot, Berthelot.)

« La canne à sucre et la betterave ne contiennent pas des quantités appréciables de sucre réducteur; cependant, dans le cours de l'extraction du sucre, il se forme généralement, aux dépens du sucre cristallisable, une certaine quantité de matière sucrée susceptible de réduire les liqueurs cuivriques, à laquelle on donne le nom de *glucose* ou de *sucre incristallisable,*

et qu'on rencontre fréquemment et abondamment dans les sucres de canne, rarement et en petite quantité dans ceux de betterave.

» Il est admis dans la Science que ce glucose est identique avec le sucre de fruits ou sucre interverti, mélange de parties égales de glucose et de lévulose, qui se produit facilement par l'action de certains agents sur le sucre cristallisable et qui possède un pouvoir rotatoire lévogyre voisin de 26 degrés.

» En examinant le sucre incristallisable retiré des sucres bruts, j'ai pu m'assurer qu'il n'avait pas, dans la plupart des cas, les propriétés et la composition qu'on lui attribue; qu'il n'a pas habituellement, comme le sucre interverti, un pouvoir rotatoire de — 26°, et que son action sur la lumière polarisée est ou plus forte ou moindre, et souvent même nulle.

» Il n'est pas facile d'extraire des sucres bruts ce glucose à l'état de pureté; on l'obtient toujours mélangé de quantités notables de sucre cristallisable.

» Cependant, en déterminant la proportion de sucre de canne par les liqueurs titrées, on calcule facilement sa part dans la déviation observée, et l'on a, par différence, la déviation attribuable au sucre réducteur, dont on a d'avance déterminé la quantité.

» Ayant ainsi la proportion de ce dernier sucre et sa déviation au polarimètre, on peut, à l'aide de la formule de M. Berthelot, déterminer son pouvoir rotatoire.

» Ces sucres incristallisables recouvrent les cristaux de saccharose, dont ils se séparent par un repos prolongé dans un entonnoir; la matière sirupeuse qu'on obtient contient des quantités peu considérables de saccharose.

» Quand la partie sirupeuse est peu abondante, on la laisse se concentrer pendant plusieurs mois dans les parties inférieures du vase qui contient le sucre, et l'on traite rapidement, par l'alcool faible, ces parties plus riches.

» Voici la composition de quelques-uns des sirops obtenus de cette manière.

» 1. Sucre brut de la Martinique, 1873. Le sirop obtenu contenait pour 100 :

Sucre de canne.... 30,7 Sucre réducteur.... 39,8

» Le pouvoir rotatoire de ce sucre réducteur était égal à —1°,4.

» 2. Sucre brut de Bourbon, 1873. Le sirop obtenu contenait pour 100 :

Sucre de canne.... 34,2 Sucre réducteur.... 41,4

» Le pouvoir rotatoire du sucre réducteur était égal à —0°,8.

» 3. Sucre brut de Bourbon, 1872. Le sirop obtenu contenait pour 100 :

Sucre de canne.... 32,1 Sucre réducteur.... 42,2

» Le pouvoir rotatoire du sucre réducteur était égal à —0°,6.

» 4. Sucre de betteraves brut, deuxième jet, 1872. Le sirop contenait pour 100 :

Sucre de canne.... 38,0 Sucre réducteur.... 12,7

» Le pouvoir rotatoire du sucre réducteur était égal à —28°,3.

» 5. Sucre de betterave brut troisième jet, 1873. Le sirop obtenu contenait pour 100 :

Sucre de canne.... 33,7 Sucre réducteur.... 13,2

» Le pouvoir rotatoire du sucre réducteur était égal à —2°,2.

» Voici maintenant les résultats obtenus avec des sucres bruts conservés depuis trente-cinq ans dans des flacons bouchés au liége :

» 6. Sirop obtenu d'un sucre de canne brut, conservé depuis 1842 ; contient pour 100 :

Sucre de canne.... 24,7 Sucre réducteur.... 40,2

» Ce sucre réducteur avait un pouvoir rotatoire de —0°,26.

» 7. Sirop obtenu d'un sucre de canne brut, conservé depuis 1842 ; contient pour 100 :

Sucre de canne.... 28,1 Sucre réducteur.... 45,5

» Ce sucre réducteur avait un pouvoir rotatoire de —34°,2.

» 8. Sirop obtenu d'un sucre de canne brut de 1842 ; contient pour 100 :

Sucre de canne.... 27,1 Sucre réducteur.... 39,5

» Ce sucre réducteur avait un pouvoir rotatoire de —37°,1.

» 9. Sirop obtenu d'un sucre de betterave brut de 1842, contient pour 100 :

Sucre de canne.... 31,7 Sucre réducteur.... 30,4

» Ce sucre réducteur avait un pouvoir rotatoire de —5°,3.

» Ces exemples montrent que le sucre réducteur n'a pas ordinairement le pouvoir rotatoire du sucre interverti et que, le plus souvent, ce pouvoir rotatoire est très-peu élevé et même presque nul.

» Quand ce pouvoir rotatoire est plus élevé que celui du sucre interverti, il est à présumer qu'on opère sur un mélange de glucose et de lévulose dans lequel prédomine ce dernier sucre, assez résistant aux agents de fermentation.

» Lorsque, comme cela arrive le plus souvent, ce pouvoir rotatoire est très-peu élevé ou presque nul, on peut faire deux hypothèses : ou bien le sucre réducteur est formé par des mélanges de glucose et de lévulose dans des proportions telles que le pouvoir dextrogyre de l'un annule sensiblement le pouvoir lévogyre de l'autre ; ou bien il est constitué par un glucose

inactif mélangé ou non de petites quantités de sucre interverti. Les faits observés donnent raison à cette dernière hypothèse et je n'aurais pas exprimé mon opinion sur ce sujet si je n'avais réussi à isoler le glucose inactif et à le caractériser comme espèce distincte. Ce n'est pas des sucres bruts qu'on peut l'extraire : il s'y trouve toujours mélangé de proportions notables de saccharose ou de glucose normal et de lévulose; mais, en examinant la canne à sucre conservée, j'ai observé que le saccharose y subissait le même genre de transformation, qu'il passait, après un temps plus ou moins long, à l'état de glucose d'un pouvoir rotatoire plus ou moins élevé et souvent nul. De quelques échantillons d'origine ancienne, j'ai pu extraire ce glucose inactif sans mélange de saccharose ni de sucre interverti, et j'ai pu constater son inactivité sur la lumière polarisée. Au contact de la levure de bièvre, il a fermenté lentement sans qu'à aucun moment il ait montré d'action sur la lumière polarisée; s'il avait été formé par un mélange accidentellement inactif de glucose et de lévulose, on aurait observé, pendant la fermentation une déviation à gauche, le glucose dextrogyre disparaissant toujours en premier lieu.

» Ce glucose, qui refuse de cristalliser, paraît se rapprocher de celui que Mitscherlich a obtenu en chauffant le sucre de canne avec de l'eau, à une température de 160 degrés. On peut l'extraire de la canne à sucre très-ancienne au moyen de l'alcool bouillant. Dans ce cas, il est cependant toujours accompagné de quantités notables de mannite qui cristallise rapidement dans le sirop obtenu.

» Il n'est pas sans intérêt de constater la présence de la mannite dans la canne à sucre conservée. Elle n'existe pas, on s'en est assuré, dans la canne fraîche; elle se produit donc, en même temps que le glucose, aux dépens du sucre de canne, probablement sous l'influence d'organismes végétaux inférieurs.

» Au point de vue de l'analyse saccharimétrique, ces résultats peuvent avoir de l'intérêt, surtout dans les cas où le glucose se trouve en quantité notable; ils montrent que, contrairement à l'opinion généralement adoptée, ce glucose n'a pas habituellement d'influence sur la lumière polarisée; en en tenant compte, on commet donc une erreur.

» En résumé, le sucre réducteur existant dans les sucres bruts et dans la canne à sucre est ordinairement constitué par un glucose inactif auquel s'ajoutent souvent des proportions variables de glucose normal et de lévulose. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur l'inactivité optique du sucre réducteur contenu dans les produits commerciaux ;* par MM. **Aimé Girard** et **Laborde.**

(Commissaires : MM. Dumas, Boussingault, Peligot, Berthelot.)

« Deux opinions opposées ont cours, dans la Science et dans la pratique, au sujet de l'action qu'exerce, sur la lumière polarisée, le sucre réducteur contenu dans les produits commerciaux. D'un côté, M. Dubrunfaut a depuis longtemps émis l'opinion que ce sucre réducteur ne possède, excepté dans les mélasses exotiques, aucun pouvoir rotatoire; d'un autre, beaucoup de chimistes et de manufacturiers considèrent ce produit comme constitué simplement par le sucre interverti, et comme possédant, en conséquence, un pouvoir rotatoire gauche égal aux 0,380 du pouvoir droit que possède le saccharose. Cette opinion a même été, il y a quelques mois, défendue par un savant professeur d'Amsterdam, M. le Dr Gunning, dans un Rapport officiel adressé par lui au Ministre des Finances des Pays-Bas.

» Au moment où la saccharimétrie optique est appelée à jouer, dans la perception de l'impôt sur les sucres, un rôle prépondérant, l'examen de ces deux opinions présente un intérêt qui n'échappera à personne. Si la première est juste, en effet, l'indication polarimétrique suffit à fixer la richesse des produits commerciaux en saccharose; mais, si c'est du côté de la seconde que se trouve la vérité, il devient nécessaire d'augmenter le chiffre de richesse indiqué par le polarimètre, d'une quantité $= p \times 0,380$; p représentant le nombre de centièmes de sucre réducteur fourni par l'analyse au moyen des liqueurs cupriques.

» L'importance que présente cette question nous a engagés à en entreprendre l'examen, et nous avons ainsi reconnu, non-seulement que l'opinion émise par M. Dubrunfaut est la seule vraie, mais encore qu'elle s'étend au delà de ce que ce savant avait admis, et s'applique même à la composition des mélasses exotiques.

» C'est sur les produits de la canne, bien entendu, que nos recherches ont porté ; tous les praticiens savent, en effet, que les proportions de sucre réducteur contenues dans les produits de la betterave sont, par suite du travail alcalin généralement adopté aujourd'hui, trop faibles pour qu'il y ait à s'en préoccuper au point de vue optique. Les sucres de betteraves à 0,5, les mélasses à 1,5 de sucre réducteur deviennent, chaque jour, de plus en plus rares.

» Mais il en est autrement des sucres et des mélasses de cannes ; là,

souvent, on voit la proportion de sucre réducteur s'élever à un chiffre tel, que la correction glucosique pourrait, dans certains cas, représenter jusqu'à 5 ou 10 centièmes de saccharose; la question devient alors d'une gravité considérable.

» Pour la résoudre, nous avons soumis à l'analyse des sucres de cannes de provenances diverses, des mélasses de sucreries exotiques, des mélasses de raffinerie, et enfin des mélasses de candis. Dans aucun de ces produits nous n'avons vu la présence du sucre réducteur affecter, ni en sens, ni en quantité, les indications directes du polarimètre.

» Afin de donner à ces recherches plus de précision, nous avons abandonné l'emploi des liqueurs titrées et opéré par pesées.

» Après avoir établi au polarimètre et sous le poids de $16^{gr},19$ la richesse saccharine du produit sucré, nous en avons traité, à l'ébullition, une quantité déterminée, par un excès de liqueur cuprique; le protoxyde de cuivre fourni par la réduction a été ensuite pesé, tantôt directement, tantôt après transformation en bioxyde, tantôt après réduction par l'hydrogène; dans certains cas, sous ces trois formes successivement. Cela fait, nous avons inverti par l'acide chlorhydrique une autre quantité du produit, et nous l'avons traitée de même.

» En retranchant alors du nombre fourni par l'inversion celui que donne l'analyse directe, et corrigeant la différence, dans la proportion qu'exigent les formules des sucres, nous avons obtenu le poids de saccharose réel contenu dans les produits examinés. Dans tous les cas, ce poids s'est trouvé à peu de chose près identique à celui qu'avait indiqué le polarimètre; c'est ce que montrent les analyses résumées dans les tableaux suivants.

» *Sucres de cannes.* — Afin de rendre les résultats plus sensibles, nous avons opéré, non pas sur les sucres eux-mêmes, mais sur les sirops obtenus en clairçant ces sucres avec une petite quantité d'eau, de façon à concentrer, dans une quantité de produit déterminé, une proportion plus grande de sucre réducteur.

	Sucre réducteur.	Saccharose indiqué par l'analyse cuprique.	Saccharose indiqué par le polarimètre.
Caisses Havane	18,27	52,30	52,50
Barriques »	11,50	58,74	58,93
Caisses »	27,28	47,13	46,00
Caisses »	23,93	54,95	54,50
Barriques Fernambouc	29,14	35,21	34,00
Barriques de Nossi-Bé	19,33	53,30	53,00
Vergeoises de candi	9,41	78,00	77,00

» Dans quelques cas, nous avons rencontré des sucres commerciaux assez riches en sucre réducteur pour qu'il fût possible de les examiner directement et sans les soumettre au clairçage.

	Sucre réducteur.	Saccharose indiqué par l'analyse cuprique.	Saccharose indiqué par le polarimètre.
West-India	8,12	76,18	76,50
Madras	10,17	74,66	75,50

» *Mélasses de sucreries.* — Des échantillons d'origine certaine nous ont été procurés par M. Souques et par M. Demondésir. Les résultats ont été les mêmes qu'avec les sucres cristallisés :

Habitation Clérange (Marie-Galante).	19,02	52,71	54,00
Usine Gentilly (Guadeloupe)	15,45	43,10	43,00
Usine Bellevue (Port-Louis)	19,57	46,43	47,00
Usine Beauport (Guadeloupe)	17,56	48,00	47,00
Usine d'Arbousier (sirop récent)	24,16	37,57	38,50
Usine d'Arbousier (sirop fermenté)	36,63	31,35	31,50
Mélasse de Nossi-Bé	30,21	28,38	28,00

» *Mélasses de raffineries.* — Là encore les résultats sont venus démontrer l'inactivité optique du sucre réducteur contenu dans les produits commerciaux.

Saint-Louis (Marseille)	12,56	38,78	38,16
Étienne (Nantes)	24,04	34,90	34,00
Boutin (Bordeaux)	22,24	38,30	38,50
Récollets (Nantes)	33,59	37,04	38,00
Acher (Havre)	8,08	43,00	43,00
S. Lasnier (travail du candi)	43,69	30,49	28,50
Cossé-Duval »	48,52	29,04	29,00

» La concordance des résultats fournis par ces analyses est telle, que l'on peut, suivant nous, considérer comme d'une exactitude générale l'opinion émise par M. Dubrunfaut et consistant à admettre l'existence, dans les produits commerciaux, d'un sucre réducteur n'exerçant pas d'action sensible sur la lumière polarisée, incapable par conséquent d'influencer les résultats fournis par le polarimètre, relativement à la richesse saccharine de ces produits. »

MAGNÉTISME. — *Observations relatives aux résultats déjà obtenus sur le magnétisme des aciers.* Extrait d'une Lettre à M. le Secrétaire perpétuel, par MM. **Trève** et **Durassier**.

« Malgré le soin que nous avons pris d'indiquer notre but principal, qui n'est nullement la détermination *quantitative* du magnétisme contenu dans les aciers, M. Jamin nous attribue cette idée, et critique des travaux entrepris dans un tout autre esprit.

» Nous sommes prêts à nous incliner devant les décisions de la Commission nommée par l'Académie des Sciences; c'est à elle qu'il appartiendra de dire la part qui nous revient dans la mise en lumière, sinon dans la mesure, des rapports qui existent :

» 1° Entre la capacité magnétique des aciers et leur teneur respective en carbone;

» 2° Entre cette même capacité magnétique et la nature des trempes;

» 3° Entre cette même capacité magnétique et le degré de pénétration de la trempe. »

Les auteurs accompagnent cette Lettre d'une nouvelle Note relative au magnétisme intérieur des aimants.

Cette Note sera soumise, ainsi que les précédentes, à l'examen de la Section de Physique, à laquelle M. du Moncel est prié de s'adjoindre.

M. G. **Ricklin** adresse une Communication relative au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera).

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de Belgique en France** transmet à l'Académie une reproduction de la sphère terrestre et de la sphère céleste de Mercator, éditées en 1541 et 1551 à Louvain, et récemment découvertes à Gand. Cette reproduction a été exécutée, sur l'initiative de M. le Ministre des Finances de Belgique, par les officiers du Dépôt de la guerre.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un ouvrage publié à Bâle, en langue allemande, par M. *G. Simmen*,

et portant pour titre : « Recherches sur la constitution des éléments chimiques » ;

2° Une brochure de M. *H. Cernuschi*, intitulée : « La monnaie bimétallique ». L'auteur adresse à l'Académie un certain nombre d'exemplaires de cette brochure, pour ceux de ses Membres qui s'intéressent à la question monétaire.

GÉOMÉTRIE. — *Généralisation de la théorie du rayon osculateur d'une surface.* Note de M. R. LIPSCHITZ.

« Considérons le cas spécial dans lequel les variables x_a signifient les coordonnées de divers points matériels liés par les conditions $y_\alpha =$ const., exécutant leur mouvement dans l'espace à trois dimensions d'après les lois ordinaires de la Mécanique, sans être soumis à aucune force accélératrice. Soit en outre $2f\left(\frac{dx}{dt}\right)$ la somme des forces vives du système en question; la fonction $\sum_\alpha \lambda_\alpha \,\delta y_\alpha$ représentera la somme des moments de toutes les pressions. De plus la fonction $\sum_\alpha \lambda_\alpha \,\delta y_\alpha$ a la propriété générale d'être covariante avec la forme $f(dx)$ et avec le système des fonctions y_α égalées à des constantes. Or, en remplaçant dans les fonctions λ_α les dérivées $\frac{dx_a}{dt}$ par les différentielles dx_a, j'ai discuté les maxima et minima de la fonction

$$\frac{\sum_\alpha \lambda_\alpha \delta y_\alpha}{2f(dx)} = \frac{\lambda(dx)}{f(dx)},$$

par rapport aux dx_a assujetties aux équations $dy_\alpha = 0$; j'ai démontré que les solutions existent au nombre de $n - l$, et que, pour deux systèmes $d'x_a$ et $d''x_a$ correspondant à deux solutions différentes, il y a la relation $\sum_a \frac{\partial f(d'x)}{\partial d'x_a} d''x_a = 0$, laquelle exprime l'orthogonalité par rapport à la forme $2f(dx)$ [1]. Dans le cas de $l = 1$, il est permis de remplacer dans la fonction $\lambda(dx)$, sans porter préjudice à son caractère de covariant, la variation δy, par la quantité $\sqrt{(1, 1)}$, où

$$(1, 1) = \sum_{a,b} \frac{A_{a,b}}{\Delta} \frac{\partial y_1}{\partial x_a} \frac{\partial y_1}{\partial x_b}, \quad A_{a,b} = \frac{\partial \Delta}{\partial a_{a,b}},$$

---

[1] *Bulletin* de M. Darboux, t. IV, p. 302.

et alors, pour la forme spéciale,

$$f(dx) = \frac{1}{2}\sum_a dx_a^2,$$

et pour $n = 3$ le quotient $\frac{\lambda(dx)}{f(dx)}$ signifie la valeur négative et réciproque du rayon osculateur d'une section normale à la surface $y_1 = \text{const.}$

» Fixons maintenant l'attention sur le fait remarquable qu'il existe une fonction qui est covariante avec la forme $f(dx)$ et avec le système des fonctions y_α égalées à des constantes, et qui se change en la fraction (2), lorsqu'on y introduit la supposition spéciale $f(dx) = \frac{1}{2}\sum_a dx_a^2$ de M. Jordan. Pour trouver cette fonction, déduisons de la forme $\lambda(dx)$ la forme bilinéaire

$$\sum_a \frac{\partial\lambda(dx)}{\partial dx_a} d^{(1)}x_a = \sum_\alpha \lambda_\alpha(dx, d^{(1)}x)\,\partial y_\alpha = 2\lambda(dx, d^{(1)}x),$$

et opérons sur le carré :

$$\sum_{\alpha,\beta} \lambda_\alpha(dx, d^{(1)}x)\lambda_\beta(dx, d^{(1)}x)\,\partial y_\alpha\,\partial y_\beta = 4\lambda(dx, d^{(1)}x)\lambda(dx, d^{(1)}x).$$

D'après les principes établis, le caractère de covariant de cette expression n'est point altéré si l'on remplace les produits ∂y_α, ∂y_β par les expressions $(\alpha, \beta) = \sum_{a,b} \frac{A_{a,b}}{\Delta}\frac{\partial y_\alpha}{\partial x_a}\frac{\partial y_\beta}{\partial x_b}$. Cette opération nous conduit à l'expression

$$\sum_{\alpha,\beta} (\alpha, \beta)\,\eta_\alpha(dx, d^{(1)}x)\,\eta_\beta(dx, d^{(1)}x), \tag{3}$$

après avoir employé les équations

$$\lambda_\alpha(dx, d^{(1)}x) = -\sum_\beta (\alpha, \beta)\,\eta_\beta(dx, d^{(1)}x),\quad (\alpha, \beta) = \frac{1}{\text{dét.}(\gamma, \delta)}\frac{\partial\,\text{dét.}(\gamma, \delta)}{\partial(\alpha, \beta)},$$

$$\eta_\beta(dx, d^{(1)}x) = -\sum_{a,b} \frac{A_{a,b}}{\Delta} f_a(dx, d^{(1)}x)\frac{\partial y_\beta}{\partial x_b} + \sum_{a,b} \frac{\partial^2 y_\beta}{\partial x_a\,\partial x_b}\,dx_a\,d^{(1)}x_b$$

$$f_a(dx, d^{(1)}x) = \frac{1}{2}\sum_{b,c}\left(\frac{\partial a_{a,b}}{\partial x_c} + \frac{\partial a_{a,c}}{\partial x_c} - \frac{\partial a_{b,c}}{\partial x_a}\right) dx_b\,dx_c.$$

Or, en supposant $f(dx) = \frac{1}{2}\sum_a dx_a^2$, les quantités (α, β) se changent en $s_{\alpha,\beta}$, les quantités (α, β) en $S_{\alpha,\beta}$, les fonctions $\eta_\alpha(dx, d^{(1)}x)$ en

$$\sum_a d\frac{\partial y_\alpha}{\partial x_a}\,d^{(1)}x_a,$$

et par conséquent la fraction

$$(4)\qquad \frac{\sum_{\alpha,\beta}(\alpha,\beta)\eta_\alpha(dx,d^{(1)}x)\eta_\beta(dx,d^{(1)}x)}{\sum_{a,b}a_{a.b}dx_a d^{(1)}x_b}$$

se change en la fraction (2), et elle représente par suite la fraction cherchée.

» En suivant la méthode de M. Jordan, il faut déterminer les maxima et minima de (4) par rapport aux $d^{(1)}x_a$, diviser alors la somme des valeurs de (4) par la fonction $2f(dx)$ et discuter ensuite les maxima et minima de ce quotient par rapport aux dx_a; mais le nombre $n-l$ indiqué plus haut, d'après M. Jordan, comme nombre des solutions du premier problème, se réduit en effet au nombre l lorsque l est plus petit que $n-l$, à l'unité pour $l=1$. Par conséquent, dans ce cas, ladite somme des valeurs se confond avec la fonction elle-même, lorsque les $d^{(1)}x_a y$ sont remplacés par les valeurs convenables. Par suite, il s'agit des maxima et minima de la fonction

$$(5)\qquad \frac{(1,1)\eta_1(dx,d^{(1)}x)\eta_1(dx,d^{(1)}x)}{4f(dx)f(d^{(1)}x)} = \frac{(1,1)\lambda_1(dx,d^{(1)}x)\lambda_1(dx,d^{(1)}x)}{4f(dx)f(d^{(1)}x)},$$

par rapport aux dx_a. On conclut par des considérations fort simples en remplaçant pour un moment les deux systèmes dx_a et $d^{(1)}x_b$ par $n-1$ quantités indépendantes, que les $n-1$ maxima et minima de la fonction (5) coïncident avec les $n-1$ maxima et minima de la fonction

$$(6)\qquad \frac{\sqrt{(1,1)}\eta_1(dx,dx)}{2f(dx)} = \frac{\sqrt{(1,1)}\lambda_1(dx,dx)}{2f(dx)},$$

qui résulte de la fraction $\frac{\lambda_1(dx)}{f(dx)}$, en remplaçant δy_1 par $\sqrt{(1,\eta)}$, de manière que les valeurs de (5) deviennent égales aux carrés des valeurs correspondantes de la fonction (6) qui représente notre généralisation de la valeur négative et réciproque du rayon osculateur. Cela fait voir de quelle manière les deux généralisations s'accordent entre elles pour $l=1$. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les trombes.* Note de M. G. Planté.

« A l'appui des considérations que j'ai présentées sur le rôle de l'électricité dans les trombes (1), j'ajouterai quelques expériences réalisées avec

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXI, p. 187 et 618, 1875.

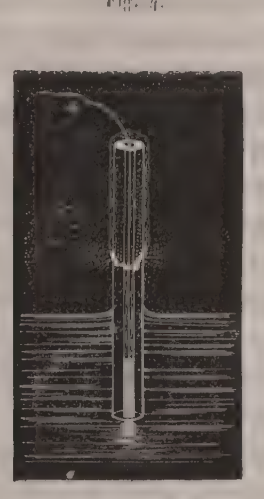
une source électrique deux fois plus forte que la précédente, et fournie par une batterie de 400 couples secondaires, dont le courant de décharge équivaut à celui d'une pile de 600 éléments de Bunsen.

» On fait écouler une veine d'eau salée d'un entonnoir, muni d'un robinet, communiquant avec le pôle positif de cette batterie; le liquide est reçu dans une cuvette où plonge le fil négatif, et au-dessous de laquelle se trouve un électro-aimant (*fig.* 1). Dès que le circuit voltaïque est fermé,

Fig. 1.



Fig. 4.



un filet lumineux, accompagné de quelques points brillants, apparaît dans la veine, à sa partie inférieure; des étincelles jaillissent avec bruissement à son extrémité, de la vapeur d'eau se dégage, et le liquide, qui entoure le bas de la veine, prend un mouvement gyratoire en sens inverse de celui des aiguilles d'une montre si le pôle de l'électro-aimant est boréal, et dans le même sens si ce pôle est austral. Le mouvement est rendu visible par des corps légers répandus à la surface du liquide. Si l'on raccourcit la veine, de manière à éviter toute solution de continuité à sa partie inférieure, les signes électriques et lumineux disparaissent presque complétement; le liquide s'échauffe néanmoins, comme l'atteste une légère vapeur, et le mouvement gyratoire est encore plus net et plus rapide. En allongeant de nouveau la veine, les manifestations électriques et lumineuses reparaissent comme auparavant.

» Cette expérience reproduit plusieurs effets des trombes, et montre en particulier que leur mouvement gyratoire, qui a lieu dans le même sens

que celui de l'expérience ci-dessus, suivant qu'elles se produisent dans l'hémisphère boréal ou dans l'hémisphère austral, peut être attribué à l'écoulement du flux électrique sous l'influence magnétique du globe. Elle prouve aussi que les trombes, alors même qu'elles ne sont accompagnées d'aucun signe électrique, peuvent être néanmoins chargées d'électricité, et devoir leur mouvement gyratoire à la présence même de cette électricité. C'est qu'elles forment, dans ce cas, un conducteur assez parfait pour que le flux électrique puisse s'écouler sans se transformer en chaleur et en lumière. La même expérience établit enfin que les trombes doivent être chargées d'électricité positive; car, si elles étaient négatives, le mouvement gyratoire aurait lieu en sens inverse de celui qu'on observe dans chaque hémisphère.

» La formation même des trombes ou la descente de ces appendices nuageux vers le sol a été rapportée par Brisson et Peltier à une attraction électrostatique entre les nuages et la terre. On peut ajouter à cette force attractive bien naturelle une action de transport, comme l'électricité dynamique en offre de nombreux exemples, et qui tend à faciliter l'écoulement de l'eau du nuage électrisé. Cette action se remarque dans l'expérience suivante, qui montre, en même temps, d'autres effets mécaniques résultant du passage d'un fort courant d'électricité voltaïque.

» En appuyant l'électrode positive contre les parois du vase d'eau salée communiquant avec le pôle négatif, on observe, outre des sillons lumineux et des jets abondants de vapeur, un violent remous du liquide, formant une sorte de *mascaret* électrique, qui élève l'eau à la hauteur de

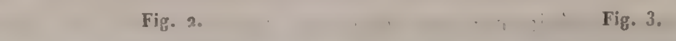
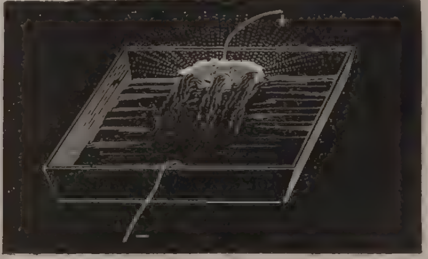


Fig. 2.



Fig. 3.



1 $\frac{1}{2}$ centimètre au-dessus de son niveau (*fig.* 2). Si le flux rencontre sur certains points des inégalités de résistance, il peut se diviser et faire naître deux ou trois monticules aqueux, comme l'indique la *fig.* 3. En même temps, le long du fil de platine placé horizontalement, se dépose un chapelet de gouttelettes de vapeur condensée, qui se meuvent vers l'extrémité du fil positif (*fig.* 2).

» Cette expérience prouve que le flux électrique peut, d'une part, repousser et soulever des masses liquides comme un souffle ou un vent impétueux, et, d'autre part, entraîner les gouttelettes aqueuses des nuages vers la terre, de façon à favoriser la formation ou l'entretien d'une trombe.

» Les effets d'aspiration sont surtout mis en évidence dans l'expérience suivante que j'ai déjà eu l'occasion de mentionner, et qui, répétée de nouveau avec un courant plus intense, montre d'une manière frappante l'ascension d'une colonne liquide sous l'influence de l'écoulement de l'électricité dynamique.

» Si l'on introduit le fil positif dans un tube capillaire, à une certaine distance de l'orifice inférieur, le liquide s'élève rapidement à 25 ou 30 centimètres de hauteur, et retombe en nappe sillonnée de traits brillants et de jets de vapeur (*fig.* 4). On constitue ainsi une *pompe voltaïque,* dans laquelle le vide formé résulte de la production et de la condensation de la vapeur autour de l'électrode. Les effets lumineux observés à l'extérieur du tube proviennent de ce que le flux électrique s'écoule à la fois par la partie supérieure et la partie inférieure.

» On conçoit donc que, dans les trombes qui offrent souvent une apparence tubulaire, le passage de l'électricité détermine des effets d'aspiration très-énergiques, qui, s'exerçant sur toute la longueur de la colonne électrisée, peuvent élever l'eau à une hauteur indéfinie et font désigner aussi ces météores sous le nom de *pompe* ou de *siphon*, dans certaines parties du monde. L'eau aspirée peut provenir des parois du canal vaporeux lui-même, et l'on s'expliquerait ainsi l'observation faite sur l'absence de sel dans l'eau retombant des trombes marines.

» Les travaux de Peltier ont déjà montré les analogies des trombes avec les effets de l'électricité statique; mais les phénomènes présentés par de forts courants d'électricité dynamique, réunissant à la fois la *quantité* et la *tension*, semblent se rapprocher plus encore des conditions de la nature, et je crois pouvoir conclure de cette nouvelle étude expérimentale que les trombes sont de puissants effets électrodynamiques produits par les forces combinées de l'électricité atmosphérique et du magnétisme terrestre. »

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur le spectre de l'azote et sur celui des métaux alcalins dans les tubes de Geissler.* Note de M. G. SALET, présentée par M. Wurtz.

« M. Schüster a publié en 1872 ce fait important, que l'azote, chauffé dans un tube de Geissler avec du sodium métallique, cesse de donner le

spectre cannelé caractéristique. Il a décrit les raies lumineuses qu'on obtient dans ce cas et les a attribuées à l'azote pur, le spectre de bandes étant, dans son opinion, celui d'un oxyde de l'azote, composé détruit par le métal alcalin. Plus tard, des doutes se sont élevés sur la valeur de ces conclusions ; car, les expériences ayant été répétées, on a bien vu les cannelures s'évanouir après l'action du sodium, mais elles étaient remplacées par divers spectres dont aucun n'appartient réellement à l'azote, de sorte qu'après sa purification ce gaz ne pouvait plus être décelé par l'analyse prismatique. J'ai fait remarquer aussi que le composé chimique qui se forme en réalité par l'action de l'oxygène sur l'azote est le peroxyde d'azote, corps très-stable et dont le spectre ne coïncide aucunement avec celui dont il s'agit d'expliquer l'apparition.

» Je me propose de démontrer aujourd'hui : 1° que l'on peut produire le spectre cannelé avec de l'azote chauffé au contact du sodium; 2° que la disparition du spectre de l'azote est due à celle de l'azote lui-même, lequel est absorbé intégralement par le sodium sous l'influence de l'effluve électrique ; 3° enfin que le spectre décrit par M. Schüster doit très-probablement être attribué aux vapeurs du métal alcalin.

» 1. Il serait trop long de rapporter ici la série des expériences qui m'ont amené à ces conclusions. Je citerai seulement les plus décisives. J'ai fait souffler par M. Alvergniat un tube de verre dur, bouché aux deux bouts, de 12 centimètres de longueur et de 2 centimètres de diamètre. On a disposé à une des extrémités de ce tube deux électrodes d'aluminium séparées par une distance d'un centimètre environ. A l'autre extrémité, on a soudé une tubulure présentant un renflement. Dans ce renflement on a introduit un petit morceau de sodium, puis la tubulure a été soudée à la pompe à mercure. Le vide étant fait dans l'appareil, on a chauffé le sodium, celui-ci s'est boursouflé et a bouilli pendant longtemps, en perdant de l'hydrogène; puis il a cessé de bouillir, et, à une température plus élevée, s'est volatilisé lentement. On a alors séparé l'appareil de la machine avec un trait de chalumeau, et l'on a amené le globule de sodium liquide et brillant dans le tube à expérience. Après le refroidissement, on a séparé le renflement et soudé le tube directement à la machine. On a alors recommencé l'épuisement, volatilisé le sodium, en ayant soin que la condensation de la vapeur métallique ne se fît que dans la moitié du tube qui ne portait pas d'électrodes, et l'on a laissé rentrer de l'azote pur et sec. On a fait le vide de nouveau jusqu'à trois fois sur l'azote, en ayant soin à chaque fois de volatiliser le métal alcalin ; enfin on a fermé l'appareil en y laissant une

pression voisine de 5 millimètres. On a pu alors fondre les globules, les réunir et les volatiliser de nouveau jusqu'à douze fois au contact de la même masse de gaz, sans que l'apparence de l'étincelle éclatant entre les électrodes ait été le moins du monde modifiée. On s'est servi de la machine de Holtz ou d'une bobine additionnée d'une bouteille de Leyde : l'espace interpolaire était violet rosé et donnait le spectre cannelé avec la plus grande netteté. Lorsqu'on emploie l'étincelle disruptive de la machine de Holtz, le jet de flamme violet rosé, qui donne le spectre cannelé, est instantané; on peut s'en assurer par une méthode fort simple : on regarde ce jet lumineux à travers la roue de verre de la machine sur laquelle on a tracé à l'encre de petits points noirs; or ces points noirs apparaissent avec une netteté parfaite même lorsque la manivelle fait 60 tours à la minute. On peut en déduire que la décharge ne dure pas *un trente-millième* de seconde.

» 2. On peut amener facilement par volatilisation le sodium aux environs des électrodes. Il se présente alors, comme toujours, sous l'aspect de globules brillants d'un blanc d'argent très-pur; mais, si l'on vient à faire fonctionner le tube, les portions soumises à l'action du jet de feu se ternissent aussitôt. L'aspect métallique disparaît complétement et la surface du sodium devient d'un noir brunâtre. En même temps, on voit se produire dans l'apparence du jet électrique les changements qu'amène une raréfaction plus grande. Si l'on renouvelle la surface du sodium, l'action continue, et le spectre de l'azote disparaît bientôt complétement; la lumière est jaunâtre et due, pour la plus grande partie, au sodium : je dis *pour la plus grande partie,* car, dans ces conditions d'un vide presque absolu, on aperçoit toujours dans le spectre des traces de raies étrangères attribuables aux impuretés des électrodes et de la surface interne du verre. Dans ce cas, le tube, étant froid, ne laisse plus passer l'étincelle de la bouteille de Leyde.

» J'ai fait une expérience directe pour manifester cette absorption de l'azote par le sodium sous l'influence de l'électricité. J'ai fait construire un tube semblable au précédent, mais portant un baromètre tronqué, et j'y ai introduit de l'azote à la pression de 27 millimètres. L'absorption du gaz était assez sensible pour qu'on pût suivre de l'œil l'ascension de la colonne mercurielle; au bout de quelques minutes, après avoir renouvelé deux fois la surface du sodium, on ne pouvait plus trouver de différence entre le niveau du mercure dans les deux branches du manomètre.

» J'ai, de plus, cherché à caractériser chimiquement cette absorption : j'ai brisé un tube et traité par l'eau séparément une portion du sodium

resté brillant et une portion du sodium altéré par l'électricité. Dans les deux solutions, j'ai versé du réactif de Nessler (iodargyrate de potassium, avec excès de soude). Une des deux liqueurs a jauni fortement : c'était celle où l'on avait projeté le sodium altéré; l'autre n'a pas changé d'aspect. Il s'était donc formé sous l'influence de l'électricité de l'azoture de sodium, décomposable par l'eau avec production d'ammoniaque. Ce corps ne prend naissance qu'à une température supérieure au rouge, comme l'azoture de magnésium, ou même ne se produit directement à aucun degré de chaleur, comme l'ammoniaque. Je me propose de le préparer et de l'analyser ultérieurement. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur des dérivés nouveaux de l'anéthol.* Note de M. **Fr. Landolph**, présentée par M. Berthelot.

« I. *Réaction de la potasse alcoolique sur l'hydrure d'anéthol.* — J'ai obtenu, par l'action de l'acide nitrique sur l'essence d'anis cristallisable, un composé particulier $C^{10}H^{16}O$, que j'ai appelé *hydrure d'anéthol.* Ce corps offrant la composition du camphre, je l'ai traité par la potasse alcoolique pour essayer d'obtenir un isomère du camphre de Bornéo.

» On fait réagir en vase clos la potasse alcoolique pure à 10 degrés B. pendant vingt-quatre heures et à la température de 185 degrés sur l'hydrure d'anéthol. On reprend par l'eau le produit; la partie insoluble dans l'eau, reprise par l'éther, est un corps visqueux parfaitement limpide. Il a une odeur des plus caractéristiques, qui rappelle celle du moisi d'une manière frappante. Il est plus léger que l'eau; il bout exactement à 198 degrés, et cristallise facilement à zéro en fines aiguilles rayonnantes; les cristaux fondent de 18 à 19 degrés. La potasse ne le dissout pas. La composition centésimale est voisine de la formule $C^{10}H^{18}O$, qui est celle d'un alcool campholique.

	I.	II.	Calculé.
C...........	76,88	77,09	77,92
H...........	11,79	11,75	11,70

» La formule $C^9H^{16}O$ exigerait

C......... 77,14, H......... 11,43

Je reprendrai prochainement l'étude de ce dérivé intéressant.

» II. *Réaction du perchlorure de phosphore sur l'anéthol.* — Cette réaction se fait avec un léger excès de perchlorure de phosphore. Il est absolument nécessaire de chauffer pendant cinq à six heures, sans quoi la transformation reste incomplète. Pendant la durée de la réaction, le dégagement d'a-

cide chlorhydrique est peu considérable, tandis qu'en distillant le liquide obtenu à feu nu, l'acide chlorhydrique se dégage par torrents.

» On obtient ainsi un liquide très-limpide qui représente en poids les deux tiers de l'essence employée. Ce dérivé chloré dégage, à chaque distillation nouvelle, de faibles quantités d'acide chlorhydrique; mais, par des rectifications successives et des lavages réitérés avec une solution étendue de soude, on arrive à enlever toute trace d'acide libre. Sa composition répond à la formule suivante : $C^{10}H^{11}ClO$.

	I.	II.	III.	IV.	V.	Calculé.	
C...	65,11	65,25	65,09	64,96	Cl. 19,73	C. 65,75	Cl. 19,45
H...	6,12	6,26	6,30	6,15		H. 6,03	

c'est donc de l'anéthol monochloré.

» Ce produit bout de 228 à 230 degrés. Il brûle avec une flamme fuligineuse. Il a une odeur légèrement irritante, quoique assez agréable. Sa densité est de 1,191 à 20 degrés. (La densité de l'anéthol à la même température est de 0,984). Il se prend en une masse cristalline dans un mélange réfrigérant. Cette masse cristalline fond de 4 à 3 degrés au-dessous de zéro. Voici l'équation génératrice de ce dérivé :

$$C^{10}H^{12}O + PCl^5 = C^{10}H^{11}ClO + PCl^3 + HCl.$$

» Il paraît cependant se former tout d'abord un dérivé d'addition de la formule suivante, $C^{10}H^{12}Cl^2O$, lequel, sous l'influence de la chaleur, se décomposerait en HCl et en $C^{10}H^{11}ClO$. L'existence de ce dérivé est rendue fort probable par le dégagement abondant d'acide chlorhydrique qui se manifeste à la distillation du produit brut de la réaction.

» III. *Réaction de la potasse alcoolique sur l'anéthol monochloré.* — L'anéthol monochloré est transformé facilement par la potasse alcoolique en deux produits de condensation, analogues à ceux que l'on obtient avec le même réactif sur l'anéthol.

» Le produit principal, insoluble dans l'eau et la potasse, qui prend naissance dans cette réaction, est un liquide limpide, d'une consistance légèrement huileuse. Il a une odeur éthérée très-agréable et qui rappelle tant soit peu l'odeur de moisi, caractéristique pour le produit de transformation de l'hydrure d'anéthol. Il bout de 268 à 270 degrés. La masse totale passe à la première distillation, de 265 à 275 degrés. Il ne se congèle pas dans un mélange réfrigérant, donnant 35 degrés au-dessous de zéro.

» La composition centésimale répond à la formule suivante, $C^{16}H^{20}O^3$,

que je donne sous toute réserve :

	I.	II.	III (1).	Calculé.
C.....	74,04	73,90	74,39	73,85
H.....	8,19	8,21	8,48	7,70

» Le deuxième produit de condensation, soluble dans la potasse, est un phénol très-difficile à purifier et que j'ai obtenu à l'état liquide. Le produit précédent se transforme complétement à la suite de plusieurs traitements avec la potasse alcoolique en ce nouveau dérivé. Il donne un sel de potasse solide; mais la petite quantité de phénate impur que j'ai obtenu ne m'a pas permis d'en faire une analyse. Je reprendrai plus tard son étude.

» IV. *Éther acétique du diphénol.* — Afin de contrôler la formule donnée dans mon premier Mémoire (*Comptes rendus*, 12 juillet 1875), pour le second produit de condensation de l'anéthol, j'en ai préparé l'éther acétique par la réaction de l'acide acétique anhydre. Je n'ai obtenu qu'un éther mono-acétique; l'éther diacétique ne paraît prendre naissance que difficilement.

» Il se présente sous forme d'une résine de couleur rouge jaunâtre. Réduit en poudre, il est d'une couleur presque blanche. Son point de fusion se trouve vers 40 degrés. Il a une odeur éthérée très-agréable.

» Sa composition centésimale donne : $C^{16}H^{18}O^{3}$.

	I.	II.	III.	Calculé.
C....	74,15	74,38	74,32	74,47
H.....	7,22	7,01	7,17	6,98

» Ce travail a été fait au laboratoire de M. Berthelot, au Collége de France. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la synthèse du noir d'aniline.* Deuxième Note de M. **J.-J. Coquillion**, présentée par M. Chevreul.

« J'ai indiqué, dans un travail précédent, comment j'obtiens le noir d'aniline par l'électrolyse de ses sels; M. Rosenstiehl, dans une Note récente (2), a émis des idées qui viennent confirmer mes observations, et a montré que

(1) Point d'ébullition de 265 à 275 degrés.

(2) M. Rosensthiel a adressé à l'Académie, au sujet du noir d'aniline, une Note renfermant une réclamation, l'histoire des travaux dont ce noir a été l'objet, enfin de nouvelles études qui lui sont personnelles. Cette Note, devant trouver place dans un numéro prochain des *Annales de Chimie et de Physique*, a fait seulement l'objet d'une courte analyse dans les *Comptes rendus*. (*Note du Secrétaire perpétuel.*)

le fait a une certaine importance; antérieurement déjà M. Goppelsrœder a signalé les résultats qu'il a obtenus en oxydant directement l'aniline; j'ajouterai toutefois que j'ai observé le fait non pas seulement sur deux sels, comme l'indique M. Goppelsrœder, mais j'ai dit que le phénomène était très-général, et qu'au point de vue électrolytique on pouvait diviser les sels d'aniline en deux grands groupes : les uns qui donnent un noir résistant; c'est celui qu'emploie l'industrie; les autres qui donnent un noir de nature différente; quelques sels organiques, tels que le tartrate, ne m'ont pas paru donner de coloration.

» Les expériences que j'ai faites depuis lors n'ont fait que confirmer mes premières observations. Pour bien démontrer que le noir d'aniline pouvait s'obtenir sans métal, j'ai eu recours aux précautions suivantes. Les baguettes de charbon qui m'ont servi d'électrodes ont été soumises pendant trois heures à l'action d'un courant de chlore dans un tube de porcelaine chauffé au rouge; je les ai fait bouillir ensuite dans l'acide azotique, puis de nouveau elles ont subi l'action du chlore; après quoi j'ai lavé ces charbons avec de l'eau distillée; ils devaient dès lors être regardés comme purs, les parcelles de métaux qu'ils pouvaient contenir avaient disparu. Ces charbons avaient une longueur de 1 décimètre; pour opérer l'électrolyse, je les ai enroulés à leur partie supérieure autour de deux fils de platine, reliés aux deux éléments de Bunsen qui m'ont servi dans mes expériences; aussitôt que l'extrémité inférieure était plongée dans le sel d'aniline, l'électrode du pôle positif se recouvrait de noir, tandis qu'au pôle négatif se dégageait de l'hydrogène. Il me paraît donc hors de doute que le noir d'aniline peut se produire sans l'action d'aucun métal. Ce fait démontré, voyons quels sont les sels qui peuvent donner le noir d'aniline, au point de vue théorique comme au point de vue industriel. Le chlorhydrate et le sulfate d'aniline me semblent seuls pouvoir donner industriellement le noir; j'ai dit comment ces deux sels, soumis à l'électrolyse, donnaient au bout de vingt-quatre heures une masse pâteuse qui entourait le pôle positif; cette masse, lavée et desséchée, est soluble dans l'acide sulfurique concentré; elle présente une teinte d'un noir violacé, analogue à la dissolution de violaniline dans le même acide; mais, si l'on ajoute de l'eau au noir en dissolution, on voit aussitôt se précipiter une masse verdâtre, ce qui n'a pas lieu pour la violaniline. C'est là un caractère important, qui m'a paru caractériser le noir d'aniline; il suffit de prendre un tissu de coton teint pour obtenir cette réaction; les flocons verdâtres peuvent redevenir noirs en neutralisant l'acide par l'ammoniaque ou la potasse.

» Deux autres sels d'aniline, l'arséniate et le phosphate, ou plutôt un mélange des phosphates, m'ont également donné le noir; mais avec deux éléments de Bunsen l'opération est lente et difficile, la dissolution de ces sels est sirupeuse; au bout de douze heures, on n'obtient que de petites quantités d'un noir également soluble dans l'acide sulfurique concentré où il présente une teinte rouge violacé; en y ajoutant de l'eau, on voit également des flocons verdâtres qui se précipitent. Les teintes ne paraissent pas toutefois être identiques à celles du chlorhydrate et du sulfate.

» L'industrie ne devra pas, je crois, s'adresser à ces sels pour obtenir le noir d'aniline.

» Le noir à l'azotate d'aniline, aussi bien que le noir à l'acétate, ne présentent pas cette réaction; leur constitution moléculaire doit être différente.

» Quelles sont les conclusions à tirer de ces nouvelles expériences? Au point de vue théorique, on voit qu'on a pu former directement par synthèse le noir d'aniline, et que la même méthode pourra sans doute réaliser des synthèses analogues; au point de vue pratique, les conséquences ont aussi leur importance. J'ai dit que, pour la réussite de l'opération, la dissolution devait être concentrée; l'industriel devra donc ajouter le moins d'eau possible : il devra se tenir dans des limites que l'expérience lui indiquera facilement. Les autres lois de l'électrolyse ont aussi leur application. Toute cause qui tend à écarter les molécules aide à la réaction; une température plus élevée sera donc favorable; mais, pour que la teinte soit uniforme, la température devra l'être aussi. Une diminution de pression aura un effet analogue; l'industriel devra donc se garder d'employer, comme on l'a fait au début, des tambours en fonte, où les gaz de la réaction ne trouvant pas d'issue agissent par pression pour empêcher la formation du noir. Ces remarques s'appliquent surtout à la teinture par immersion.

» C'est ainsi qu'une question purement théorique nous conduit à des résultats pratiques qui ont leur importance.

» J'aurai bientôt l'occasion de parler de la constitution de composés. »

NÉVROLOGIE. — *Trajet des cordons nerveux qui relient le cerveau à la moelle épinière.* Note de MM. C. Sappey et M. Duval, présentée par M. Ch. Robin.

« Trois cordons forment la substance blanche de la moelle épinière. Les observateurs, jusqu'à présent, n'avaient pas réussi à les suivre à travers le

bulbe rachidien et la protubérance annulaire. Nos études nous ont permis de combler cette lacune.

» Des trois cordons qui forment la substance blanche, l'un est *antéro-interne;* il a pour limite, en dedans, le sillon médian antérieur de la moelle, et en dehors la corne antérieure. Le second, beaucoup plus volumineux, répond à la partie antérieure de cette corne et remplit en outre tout l'espace qui la sépare de la corne postérieure : c'est le *cordon antéro-latéral.* Le troisième, ou *cordon postérieur,* s'étend dans le sens transversal de la corne précédente au sillon médian postérieur.

» Le cordon antéro-interne s'entre-croise avec celui du côté opposé sur toute la longueur de la moelle; il prend ainsi une part fort importante à la formation de la commissure antérieure. Dans le bulbe rachidien et la protubérance, les deux cordons antéro-internes deviennent indépendants et se déplacent, de telle sorte que, antérieurs sur la moelle, ils occupent dans le bulbe sa partie centrale, puis répondent bientôt à sa face postérieure. Devenus postéro-supérieurs, ils poursuivent leur trajet ascendant, traversent la protubérance, puis les pédoncules cérébraux, et se jettent dans les couches optiques.

» Les cordons antéro-latéraux s'entre-croisent au niveau du collet du bulbe. L'entre-croisement, bien connu, qu'on observe sur ce point est exclusivement formé par ces cordons. Il se produit de la manière suivante : les deux cordons antéro-latéraux s'inclinent l'un vers l'autre, pour se porter en dedans, en avant et en haut; mais leur entre-croisement ne s'opère pas en masse : il s'effectue par couches successives et alternatives qui s'étagent de bas en haut. Les couches les plus internes se rapprochent du canal central, puis échancrent les cornes antérieures au niveau de leur continuité avec la commissure grise. D'autres couches s'ajoutent aux précédentes, se rapprochent plus encore du plan médian et agrandissent l'échancrure; les plus élevées l'achèvent, et bientôt les deux cornes se trouvent complétement décapitées. Après leur entre-croisement, les deux cordons montent parallèlement sur les côtés de sillon médian antérieur, celui de droite occupant le côté gauche du sillon, et réciproquement, au premier aspect, on pourrait croire qu'ils constituent la totalité des pyramides antérieures; mais un examen plus attentif démontre bien clairement qu'ils en forment seulement la partie superficielle : cette partie superficielle, nous l'appellerons *portion motrice* des pyramides.

» En s'entre-croisant et se prolongeant pour constituer la portion motrice des pyramides, les deux cordons antéro-latéraux écartent les cordons

antéro-internes, les rejettent d'abord à droite et à gauche, puis bientôt les recouvrent entièrement. Ces derniers, qui à la partie inférieure du bulbe s'avançaient jusqu'à la périphérie, se trouvent donc situés plus haut, immédiatement en arrière des pyramides antérieures.

» La portion motrice des pyramides est remarquable par l'aspect fasciculé qu'elle présente. Du bulbe elle pénètre dans la protubérance, la parcourt dans toute sa longueur, s'étale ensuite largement sur la face inférieure des pédoncules cérébraux, et se porte vers les corps striés, dans l'épaisseur desquels elle pénètre.

» Les deux cordons postérieurs de la moelle, parvenus au-dessus de l'entre-croisement des cordons antéro-latéraux, se comportent comme ceux-ci; mais ils ne commencent à s'entre-croiser que lorsque l'entre-croisement des précédents est tout à fait terminé. On les voit alors s'infléchir en avant et se décomposer en douze ou quinze faisceaux qui décapitent la corne postérieure en traversant son extrémité profonde, et qui contournent ensuite la substance grise située au devant du canal central du bulbe, pour se porter, ceux de droite vers le côté gauche, et ceux de gauche vers le côté droit. Ainsi entre-croisés, les deux cordons postérieurs forment d'ailleurs un large raphé triangulaire, à base postérieure; mais bientôt le raphé s'allonge d'arrière en avant, en passant entre les cordons antéro-internes qu'il sépare, et revêt alors la figure d'un rectangle dont l'extrémité antérieure, sur les coupes horizontales, s'applique à la portion motrice des pyramides. Dès que le raphé revêt cette figure, son extrémité extérieure se divise, et les deux branches résultant de sa division s'adossent aux pyramides. A mesure que l'entre-croisement se complète, la partie antérieure du raphé prend plus d'importance; elle s'élargit et s'épaissit, et, lorsque cet entre-croisement est terminé, les deux cordons postérieurs se trouvent appliqués à la portion motrice des pyramides, dont ils forment alors la couche profonde : cette couche profonde, d'un aspect très-différent de celui que nous offre la couche superficielle, constitue leur *portion sensitive.*

» Les cordons postérieurs conservent par conséquent dans le bulbe la situation qu'ils occupaient sur la moelle à l'égard des cordons latéraux. Ils sont d'abord immédiatement appliqués à ceux-ci; mais, au niveau de la base du bulbe, ils tendent à en devenir indépendants, et, en parcourant la protubérance et les pédoncules cérébraux, ils s'en écartent de plus en plus, et en même temps ils se modifient si notablement dans leurs formes qu'ils deviendraient bientôt méconnaissables si on ne les suivait pas à pas dans toute l'étendue de leur trajet.

» Au niveau de la base du bulbe, la portion motrice des pyramides est déjà entourée de noyaux aplatis, de substance grise. L'un de ces noyaux répond à la partie profonde du sillon antérieur du bulbe; il revêt la figure d'un triangle dont le sommet s'enfonce à la manière d'un coin entre la portion motrice et la portion sensitive des pyramides. A mesure que ces deux portions s'avancent dans la protubérance, le coin qui tend à les séparer s'avance aussi de plus en plus entre l'une et l'autre; vers le tiers inférieur de la protubérance, il les sépare complétement; entre les deux portions primitivement contiguës, il existe alors une couche de substance grise, et, celle-ci s'épaississant de plus en plus, ces deux portions s'éloignent et changent d'aspect; la portion sensitive surtout se modifie considérablement : elle s'aplatit et s'allonge dans le sens transversal, puis s'amoindrit, s'épaissit en dehors et devient de plus en plus externe. Sur les pédoncules cérébraux, elle répond à la partie externe de ceux-ci; on peut la suivre jusqu'aux couches optiques dans lesquelles elle pénètre avec les cordons antéro-internes. »

EMBRYOLOGIE. — *Note sur l'embryogénie de la* Salmacina Dysteri, Huxley; par M. A. Giard.

« L'œuf ovarien de la *Salmacina Dysteri* présente une vésicule transparente renfermant, outre le nucléole, un fin réseau de protoplasma analogue à celui qui a été décrit par O. Herwig, chez le *Toxopneustes lividus;* j'ai observé le même réticulum dans le noyau ovulaire de la *Lamellaria perspicua*. L'œuf pondu demeure en incubation sous le manteau de l'adulte et y subit les premières phases de son évolution. Cet œuf possède un vitellus d'un beau rouge-groseille et une membrane vitelline bien nette. Après la fécondation, la vésicule germinative cesse d'être visible, et l'on voit apparaître, en un point de la surface de l'œuf, une tache circulaire finement granuleuse, en face de laquelle on observe deux globules polaires. Ces derniers indiquent le pôle de l'œuf où se produiront plus tard les éléments exodermiques. La tache disparaît à son tour, et l'œuf subit un pincement moins accentué du côté où se trouvait la tache, que de l'autre côté. Vers le sommet de chacune des deux moitiés de l'œuf, du côté où la séparation est le mieux marquée, on voit des étoiles semblables à celles qui ont été décrites par Flemming dans la segmentation de l'œuf de l'Anodonte, et par d'autres auteurs chez un grand nombre d'animaux. Bientôt il se forme, à la place des étoiles, des noyaux situés dans la partie supérieure des globes devenus

parfaitement sphériques. Chaque noyau est entouré d'une zone assez étendue de vitellus formateur finement granuleux. L'œuf se divise ensuite en quatre sphères égales, dont deux se touchent, séparant les deux autres et formant ainsi une croix. Au stade 8, les éléments plastiques se disjoignent d'avec les éléments nutritifs et donnent naissance à quatre petites sphères, situées dans un plan supérieur aux quatre sphères mixtes et alternant avec ces dernières. Les quatre petites sphères sont les premiers rudiments de l'exoderme ; le pôle où elles sont situées correspond au côté ventral du futur embryon.

» Entre le fractionnement de l'œuf de la *Salmacina* et celui qui a été décrit chez d'autres Annélides par Claparède, Metschnikoff et Haeckel, la différence est la même qu'entre la segmentation de l'œuf de nombreux Éolidiens (*Eolis aurantiaca*, A. et H. par exemple) et celle de *Purpura lapillus* (Selenka), où celle de *Brachionus* (Salesky). La multiplication des éléments exodermiques est beaucoup plus rapide que celle des sphères nutritives; ces dernières augmentent cependant en nombre, et la partie plastique que renferme chacune d'elles devient de moins en moins considérable. Bientôt une invagination se produit du côté nutritif, en même temps que l'épibolie des éléments exodermiques achève de constituer la *gastrula ;* le *prostoma* (*blastopore*, Ray-Lankester) est d'abord largement ouvert, mais il ne tarde pas à se rétrécir. Son contour n'est pas parfaitement circulaire; il existe, en un point, une échancrure qui se continue par un sillon de l'exoderme. Ce sillon s'étend à peu près sur le tiers de la surface de l'œuf ; il se ferme rapidement, englobant ainsi des éléments exodermiques dans la partie ventrale de l'embryon. Le *prostoma* se voit encore, après la disparition du sillon, à l'extrémité inférieure de l'embryon, dans le voisinage du point où se formera plus tard l'anus définitif. A partir de ce moment, l'œuf s'allonge suivant un axe passant par le centre, et le *prostoma*. La cavité de segmentation est de plus en plus visible entre l'exoderme transparent et l'exoderme rouge foncé.

» L'embryon prend ensuite la forme *trochosphæra :* de chaque côté de la partie antérieure, deux cellules de l'exoderme donnent naissance à des cristallins, bientôt entourés à leur base d'un pigment rouge. Vers le tiers antérieur, il se fait autour des corps une invagination des cellules cylindriques de l'exoderme. Les cellules invaginées deviennent plus réfringentes, contractiles ; puis, l'invagination se retournant, elles réapparaissent munies de longs flagellums. C'est alors que l'embryon sort de l'œuf; mais, tandis que, chez certains Annélides (*Phyllodoce*, par exemple) la *trocho-*

sphère nage librement dans l'eau, chez la *Salmacina* l'embryon à ce stade reste encore sous le repli maternel, et ce n'est qu'en brisant les *cormus* qu'on peut suivre ces premières phases du développement; l'embryon est légèrement courbé sur lui-même, la partie convexe (dorsale) renferme les éléments nutritifs; la bouche se forme du côté ventral, un peu au-dessous de la ceinture vibratile. La partie embryonnaire, supérieure à la ceinture, se différencie en une tête arrondie ne renfermant plus d'éléments endodermiques.

» La larve, au moment où elle quitte le tube maternel pour nager librement, possède les parties suivantes : 1° une tête arrondie, renfermant les quatre yeux, et munie à la partie antérieure de trois cils roides ; 2° une partie cervicale plus étroite que la tête, portant à la ceinture de longs flagellums, au-dessous desquels se trouvent d'autres cils plus petits et plus nombreux, et du côté ventral la bouche, dont l'ouverture circulaire est aussi bordée de cils vibratiles; 3° le manteau, formé par un repli de l'exoderme, qui descend comme un tablier sur la partie ventrale et se relève du côté du dos en deux sortes d'épaulettes : la tête et le cou peuvent se cacher en partie sous ce repli exodermique ; 4° sous le manteau, et en partie cachée par lui, du moins du côté ventral, se trouve une portion du corps aussi large que la tête, et que j'appellerai la *portion thoracique,* parce qu'elle représente le thorax de l'animal adulte ou plutôt les trois premiers anneaux de ce thorax. Cette partie porte trois paires de faisceaux de soies. Chaque faisceau renferme deux soies; les soies des premiers faisceaux sont dissemblables. A la base de la seconde et de la troisième paire de faisceaux, on aperçoit des glandes (deux pour chaque faisceau) à contenu granuleux, dérivant de l'exoderme ; au dessous de la deuxième paire, se trouvent quatre crochets, (plaques unciales); au-dessous de la troisième paire, trois crochets. A l'extrémité du corps de la larve, on trouve encore, de chaque côté, un fort crochet, et dans le voisinage de l'anus deux longs cils rigides. Toute la portion ventrale antérieure du corps de l'embryon renferme de grosses cellules à noyau bien net et réfringent, à contenu finement granuleux. Ces cellules me paraissent comparables à celles qui ont été décrites dans la même situation chez l'*Hydatina senta,* et, par Ray-Lankester, chez l'embryon du *Pisidium pusillum.* »

GÉOLOGIE. — *Plissement de la craie dans le nord de la France. Deuxième partie : Disposition générale des plis; origine de ces accidents.* Note de M. **Hébert.**

« J'ai eu l'honneur, dans la séance du 3 janvier dernier, de présenter à l'Académie un résumé sommaire de mes observations sur ceux des plissements de la craie dans le nord de la France qui sont parallèles à la direction générale de la Manche. L'application que j'en ai faite au tunnel sous-marin projeté avait uniquement pour but de donner une indication utile, mais non d'émettre un avis contraire à la possibilité de cette grande œuvre, qui mérite au plus haut point d'être encouragée.

» Indépendamment du système de plis Sud-Ouest à Nord-Est, qui a fait l'objet de ma dernière Communication, il y en a un autre, dont les bombements du Boulonnais et de l'Artois et celui du Bray sont les plus saillants. J'ai montré (1) que trois autres plis ou groupes de plis parallèles à ceux-ci accidentent le sol du nord de la France : ce sont le bombement de la vallée de la Bresle, celui de la Seine et ceux des collines du Perche. Ce système de plis croise le premier presque à angles droits. En les traçant tous deux sur une carte, comme celle que je place sous les yeux de l'Académie, on voit que le sol du nord de la France se trouve ainsi partagé par des axes anticlinaux ou des failles, en compartiments quadrangulaires.

» De la connaissance exacte de ces accidents superficiels résulte le moyen de suivre les couches souterrainement, et de connaître *a priori* la composition du sol à de grandes profondeurs.

» La forme de ces accidents indique d'une manière certaine la cause à laquelle ils sont dus. Ce sont des pressions latérales, qui ont ainsi plissé les couches dans les deux sens; de là, des mouvements semblables, sauf pour l'intensité, à ceux qui ont produit les montagnes.

» Élie de Beaumont, dont le coup d'œil savait si bien pénétrer la structure du sol dans ses détails les plus cachés, a signalé (2) la liaison de ces deux sortes de phénomènes. L'illustre géologue avait annoncé qu'il aurait occasion de revenir sur ce sujet à propos du terrain crétacé ; mais d'autres études l'ont détourné de cette question.

» Il y avait là, en effet, un sujet de recherches presque inépuisable, qui depuis longtemps a vivement sollicité mon attention. J'ai eu plusieurs fois

---

(1) *Bulletin de la Société géologique de France*, 2e série, t. XX, p. 612 et 615; t. XXIX, p. 446 et 533; 3e série, t. III, p. 512.

(2) *Explication de la carte géologique de France*, t. II, p. 621.

l'occasion d'en soumettre les résultats à l'Académie, notamment en 1851, sur les mouvements de la fin de la période crétacée et du commencement de la période tertiaire; et en 1856, sur ceux de la période jurassique.

» Les lignes de repères sont si nombreuses dans les terrains jurassiques, et si nettement caractérisées par leurs fossiles, qu'il était, jusqu'à un certain point, facile de suivre les positions affectées successivement par chaque dépôt et d'en conclure les changements orographiques.

» Il n'en était pas de même pour les terrains crétacés, et surtout pour la craie blanche, qui ne constituait alors qu'un grand ensemble, dont les divisions, fondées sur les caractères minéralogiques, n'avaient rien de constant.

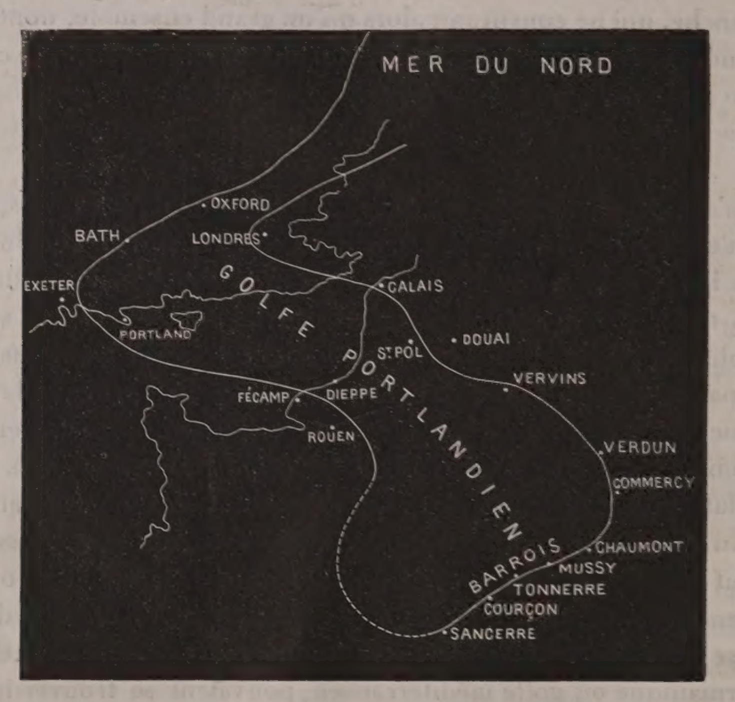
» Mon premier soin a donc été de faire l'analyse de ce puissant dépôt, et je suis arrivé à le diviser en un assez grand nombre d'assises distinctes.

» Il m'a été possible, dès lors, de suivre chacune de ces assises, de constater qu'elles ne couvrent pas les mêmes surfaces, et d'en conclure la retraite ou l'empiétement de la mer, c'est-à-dire les mouvements du sol.

» Dès 1863, j'ai vu qu'une grande partie de ces mouvements se traduisait en plis ou en bombements. Ce résultat a ceci de remarquable, que rien de pareil ne s'était produit dans la même région pendant la période jurassique. Les mouvements de cette période consistent, en effet, en simples oscillations par suite desquelles le sol, dans son ensemble et sans déplacement relatif apparent de ses parties, s'affaissait ou s'exhaussait par rapport au niveau de l'Océan. On peut ajouter que les choses se sont passées ainsi dans tout le nord de l'Europe. Par suite de ces affaissements ou de ces exhaussements, le golfe jurassique anglo-parisien augmentait ou diminuait d'étendue; ses communications avec les mers voisines, océan Atlantique, golfe germanique ou golfe méditerranéen, pouvaient se trouver interrompues; mais sa forme générale restait la même.

» Ce golfe qui, pendant la dernière partie de la période, à l'époque portlandienne, ne communiquait, ainsi que le montre le diagramme ci-joint, qu'avec la mer du Nord, était formé de deux dépressions se réunissant à angle droit suivant une ligne dirigée de Londres vers Exeter. L'une de ces dépressions, allongée du nord-ouest au sud-est, s'étendait de Bath au Barrois (Bar-sur-Aube); elle coupait l'emplacement actuel de la Manche entre Fécamp et Calais, seule portion alors immergée, le reste faisant partie du continent dans lequel pénétrait ce long golfe; l'autre dépression, servant de canal de communication avec la mer du Nord, avait son axe dirigé du sud-ouest au nord-est.

» Depuis l'infra-lias, premier dépôt de la période jurassique, cette communication n'avait jamais été interrompue, et le golfe parisien avait toujours été une dépendance de la mer du Nord. Il n'en est plus ainsi pendant la période crétacée. Les mouvements *généraux* d'oscillations continuent; mais en même temps les rivages du golfe, en se rapprochant, forcent les couches qui en constituent le fond à se plisser plus ou moins fortement, ou même à se briser, et les plis ainsi formés se trouvent parallèles aux deux directions principales du golfe jurassique.



» De l'ensemble de ces phénomènes résultent des modifications considérables dans les contours des terres émergées. Le bassin de Paris, autrefois dépendance permanente de la mer du Nord, tantôt devient, comme à l'époque du dépôt du grès du Maine ou de la craie de Villedieu, un golfe de l'Atlantique, complétement séparé de la mer du Nord par de vastes territoires émergés, tantôt même il se trouve mis à sec en totalité, comme pendant le dépôt du calcaire à hippurites.

» Il s'agit maintenant de suivre, autant qu'il est possible de le faire, ces mouvements dans leur ordre chronologique. Ce sera l'objet d'une troisième Communication, que je demande à l'Académie la permission de lui soumettre. »

M. LARREY présente à l'Académie, de la part de M. le Dr *de Chaumont*, chirurgien-major de l'armée anglaise, un ouvrage intitulé : « Lectures on state Medicine, etc. »

« Ce livre, dit M. Larrey, accompagné de divers tableaux graphiques, est la publication des leçons faites par l'auteur sur la *Médecine d'État*, c'est-à-dire sur l'hygiène appliquée à la santé publique sous l'autorité de l'État.

» M. de Chaumont trace d'abord l'histoire de la santé publique en Angleterre, depuis le commencement du XIXe siècle jusqu'à ce jour, en comparant le passé au présent et les difficultés des progrès accomplis. Il expose ensuite les principes de la ventilation, déjà développés par lui dans d'autres écrits, notamment dans un livre présenté par M. le général Morin à l'Académie.

» La question des eaux potables, aux points de vue de l'analyse, du transport et de la répartition; l'influence du sol sur la santé, ainsi que les moyens d'assainissement contre les émanations putrides; les effets du travail et ceux de l'alimentation, comparés; les devoirs de l'État pour préserver les femmes et les enfants d'un travail disproportionné à leurs forces et à leur nourriture, ainsi que la surveillance rigoureuse des falsifications alimentaires; l'étude de la contagion, de la propagation des maladies et des épidémies; la réfutation des théories émises sur l'origine spontanée des poisons morbifiques et l'examen des diverses causes morbides, suivant les influences diverses auxquelles l'auteur assigne des caractères distinctifs; les recherches relatives à la statistique et les moyens d'en éviter les erreurs, tel est, en aperçu, l'ensemble des questions traitées par M. de Chaumont dans cet intéressant ouvrage. »

La séance est levée à 4 heures trois quarts. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 10 JANVIER 1875.

Côtes de l'Algérie, dressées d'après les travaux exécutés sur les avisos à vapeur le Narval *et* le Travailleur (de 1867 à 1873); *par* M. Er. MOUCHEZ, capitaine de vaisseau, assisté de MM. Turquet, Charnoz, Boistel, Vincent, Bonnaffé et Sellier, officiers de ces bâtiments. Paris, au Dépôt des cartes et plans de la Marine, 1871-1875; atlas grand aigle.

Théorie mécanique de la chaleur; 1re partie : *Exposition analytique et expérimentale de la théorie mécanique de la chaleur; par* G.-A. HIRN; 3e édition, t. II. Paris, Gauthier-Villars, 1876; 1 vol. in-8°.

Traité de Médecine de A.-C. Celse, traduction nouvelle par le Dr A. VÉDRÈNES; précédée d'une préface par P. BROCA. Paris, G. Masson, 1876; 1 vol. in-8°.

Mémoires et Bulletins de la Société de Médecine et de Chirurgie de Bordeaux; 1er et 2e fascicules, 1875. Paris, G. Masson; Bordeaux, Féret et fils, 1875; 1 vol. in-8°.

Système solaire d'après les découvertes et les principes des immortels Hipparque, Copernic, Kepler, Galilée et Newton; par FAHRNER. Schlestadt, imp. Ch. Helbig, 1875; br. in-8°.

Recherches expérimentales sur le rôle thérapeutique du suc concentré de cresson dans le traitement de la phthisie pulmonaire, des scrofules et des affections de la peau; par B. DUPUY. Bruxelles, imp. A. Mertens, sans date; br. in-8°. (Adressé par l'auteur au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, et au Concours Barbier, 1876.)

Du traitement rationnel de la période aiguë du choléra asiatique, et de ses résultats dans l'épidémie de Damas en 1875; *par* le Dr M. DESPREZ. Saint-Quentin, imp. du *Glaneur*, 1876; br. in-8°. (Renvoi au Concours Bréant, 1876.)

Bulletin de la Société impériale des naturalistes de Moscou, publié sous la rédaction du Dr Renard; année 1875, n° 1. Moscou, A. Lang, 1875; in-8°.

Ueber den einfluss der höhe der thermometer, etc.; von H. WILD. Saint-Pétersbourg, 1875; in-4°.

(A suivre.)

ERRATA.

(Séance du 3 janvier 1876.)

Page 84, ligne 6, *au lieu de* $1,3 - 2,1x$, *lisez* $1,3 + 2,1x$.

» ligne 17, *au lieu de* trouvée, *lisez* traversée.